656.254
D89e

Emploi des Téléphones dans Les Chemins de Fer.

par Dumont et Bernheim.

Dumont et Bernheim

C'est surtout, les jours d'affluence, à l'heure de fermeture, que les moyens de transport font toujours défaut. Il y a eu, en 1889, plusieurs journées très chargées. Le 13 octobre, le nombre des entrées s'est élevé à 420 000 ; il y avait fête le soir et tout le monde sortant en même temps, on comprend les difficultés pour le retour. Il y a donc un intérêt immense à créer de nouveaux transports et l'idée de M. Villain parait excellente.

Parce qu'en 1878 il y a eu 16 millions d'entrées et 32 millions en 1889, on en déduit qu'en 1900 il pourra y en avoir 64 millions ; cette progression ne peut pas aller indéfiniment, et ce serait une erreur que de compter sur elle pour dépenser 80 millions. Il ne faut pas tomber dans l'exagération ; par conséquent, pour la question de dépense, il ne faudrait pas trop s'éloigner de ce qui s'est fait en 1889.

Il y a aussi un point contre lequel il est bon de mettre en garde les auteurs de projets : c'est la tendance à donner une trop grande part à certaines installations. Une Exposition universelle doit représenter les progrès des sciences, des arts et de l'industrie, et ne doit pas être un prétexte à l'établissement de lieux de plaisir, de cafés-concerts, théâtres, etc. M. Charton craint l'abus. Il faut éviter cela, dans une Exposition qui doit être digne de la France.

M. le Président remercie M. Charton des paroles qu'il a prononcées avec l'autorité de l'expérience acquise au cours de l'Exposition de 1889.

La séance est levée à 11 heures un quart.

EMPLOI DES TÉLÉPHONES

DANS

LES CHEMINS DE FER

PAR

MM. G. DUMONT et E. BERNHEIM

PREMIÈRE PARTIE

APPLICATIONS DIVERSES DU TÉLÉPHONE ET INSTALLATIONS

Par M. G. DUMONT

Dès l'invention du téléphone par Graham Bell, en 1876, on pensa que les chemins de fer pourraient utilement employer cet appareil pour la transmission facile et prompte des ordres, des renseignements, des indications de toute nature qui doivent s'échanger constamment entre le personnel des gares et de la ligne.

Il est évident qu'une conversation par téléphone demande beaucoup moins de temps que le passage d'une dépêche par le télégraphe, et que l'usage de cet instrument n'exige aucune éducation spéciale.

Cependant, ce n'est que depuis quelques années que l'emploi du téléphone a été franchement adopté par les Compagnies. Son usage se développe rapidement et tend à se généraliser. Le moment nous semble donc bien choisi pour faire connaître à la Société quels sont les services que le téléphone rend actuellement et quels sont ceux qu'il peut rendre ; dans quelles conditions il doit être installé et, enfin, quels sont les types d'appareils les plus perfectionnés dont la pratique a sanctionné l'emploi.

656.254
D89e

Nous traiterons les deux premiers points de ce programme, laissant à notre collègue, M. Bernheim, le soin de vous présenter les divers systèmes de téléphone et de vous renseigner sur leur mode de fonctionnement, les particularités de leur construction et les avantages qu'ils présentent pour telle ou telle application.

Il existe deux catégories d'appareils : le téléphone magnétique et le microtéléphone.

Le téléphone magnétique imaginé par Bell est merveilleux de simplicité, mais il ne permet de correspondre distinctement qu'à une distance relativement faible.

En le combinant avec le microphone de Hughes, on a créé le microtéléphone qui, plus compliqué, il est vrai, que le téléphone magnétique, est incomparablement plus puissant et est le seul à employer pour le service téléphonique des chemins de fer, à part quelques exceptions, par exemple, sur de petites lignes à trafic restreint et à stations très rapprochées.

Le principal inconvénient que présente le microtéléphone, c'est la nécessité d'employer des piles; le téléphone Bell peut, au contraire, s'installer sans cet accessoire, les appels se faisant alors par sonnerie magnétique.

C'est là un avantage évident qui a paru tellement important que de nombreux inventeurs ont cherché pendant bien des années à modifier le téléphone magnétique de Bell pour le rendre plus puissant. La question a été travaillée sous toutes ses faces et finalement on n'a rien inventé de mieux que l'appareil primitif.

Ces recherches n'ont cependant pas été inutiles, car elles ont fourni une série de renseignements précieux sur l'influence que peut avoir sur le rendement de l'appareil l'épaisseur, la dimension, la forme de la plaque vibrante, la force et les dimensions de l'aimant qui forme le noyau de l'électro, le diamètre et la longueur à donner au fil de la bobine, les dimensions et les formes les plus convenables pour la boîte de résonnance, etc., etc.

Ces renseignements, ces études si patientes et si complètes ont été de la plus grande utilité pour les constructeurs qui sont maintenant arrivés à livrer des téléphones de faibles dimensions, d'une grande légèreté, d'un prix modique et donnant le rendement maximum que l'on est en droit de demander à ces appareils.

Les téléphones magnétiques fabriqués par la Société Générale des Téléphones, généralement employés en France, ne pèsent pas plus de 294 *g*.

54094

Les téléphones étudiés par M. Mercadier ont un diamètre de 3 *cm* et pèsent seulement 50 *g*.

Enfin, on fait des téléphones à boîtes d'aluminium dont le poids est de 113 *g*.

Tous ces téléphones peuvent servir de récepteurs pour les postes microtéléphoniques dont il nous paraît utile d'indiquer les organes essentiels et le mode de fonctionnement.

Le microphone H *(fig. 1, Pl. 88)* est constitué par deux ou plusieurs charbons placés les uns au contact des autres et montés sous une plaque vibrante devant laquelle on parle. Lorsque cette plaque est animée d'un mouvement vibratoire, il en résulte au contact des charbons des pressions variables qui modifient le courant de pile P dans le circuit duquel ils sont intercalés. On a ainsi un circuit primaire (représenté sur la figure par un trait ponctué) dont le régime se trouve modifié par la parole. Dans ce circuit est intercalée une bobine d'induction B dont le gros fil est parcouru par le courant primaire. Les variations d'intensité de ce courant ont pour résultat de produire dans le fil fin de la bobine des courants d'induction qui passent dans la ligne (à simple ou à double fil) aboutissant à un poste récepteur installé d'une façon identique à celle du poste transmetteur. Dans cette ligne, représentée sur la figure par un trait interrompu, sont montés en tension les téléphones magnétiques récepteurs R et R′. Le schéma qui ne donne pas les organes accessoires tels que commutateurs, sonneries d'appel, etc., permet de se rendre facilement compte de la marche des courants dans les deux postes en correspondance. Les courants induits engendrés dans la bobine B, arrivant dans les téléphones récepteurs de chacun des deux postes y produisent des variations dans l'état magnétique des noyaux aimantés, par suite des modifications dans la force attractive que ces aimants exercent sur les plaques métalliques des téléphones. Ces plaques se mettent à vibrer à l'unisson des plaques microphoniques et reproduisent les sons émis devant celles-ci.

Ce schéma permet de comprendre également que s'il existe parallèlement aux fils téléphoniques un conducteur F, placé à peu de distance et dans lequel passent des courants variables, ces courants produiront dans les fils de la ligne téléphonique des courants d'induction qui, arrivant dans les téléphones récepteurs des deux postes, modifieront l'état magnétique de leurs aimants et donneront lieu à des vibrations plus ou moins intenses dans

les plaques ; on percevra donc des sons anormaux qui viendront gêner la transmission, ainsi que nous le verrons plus loin.

La figure de principe que nous avons cru utile de donner pour la compréhension du fonctionnement de deux postes microtéléphoniques en correspondance montre que le système est simple et que les appareils sont peu compliqués. Leur rendement et leur bon fonctionnement dépendent des proportions données à tous les organes et de la bonne exécution de leurs différentes parties. Notre collègue, M. Bernheim, vous décrira ces organes en détail et vous pourrez constater par l'examen des divers spécimens mis sous vos yeux que les constructeurs sont maintenant arrivés à des types ne laissant rien à désirer et se dérangeant fort rarement.

Il importe maintenant d'examiner l'influence que la longueur, le diamètre des conducteurs et le métal dont ils sont formés exercent sur la perception des sons articulés.

On peut converser téléphoniquement en employant une ligne télégraphique ordinaire, c'est-à-dire une ligne aérienne en fil de fer de 3 ou de 4 *mm* de diamètre, à un seul conducteur, le retour se faisant par la terre.

C'est ce que l'on a tenté de faire tout d'abord, car il était naturel d'utiliser les lignes existantes.

On trouve dans les ouvrages spéciaux la relation de nombreuses expériences exécutées sur des lignes de cette nature tant en France qu'à l'étranger ; nous pensons qu'il est intéressant de vous faire part du résultat de nos propres expériences.

Nous avons pu téléphoner entre deux stations réunies par un fil télégraphique de 3 *mm* de diamètre en fer, et de 140 *km* de longueur sans coupure, avec retour par la terre, en employant des microtéléphones, système Ader, du type ordinaire et des piles Leclanché.

On percevait encore des membres de phrases à 166 *km* de distance en employant également un conducteur unique en fer de 3 *mm* de diamètre, au moyen des mêmes appareils.

Nous avons expérimenté dans les mêmes conditions les téléphones de M. Mercadier qui ont donné des résultats un peu plus satisfaisants.

Mais une conversation suivie eût été bien difficile pour des personnes n'ayant pas une bonne oreille ou manquant d'habitude.

De plusieurs essais répétés à diverses époques de l'année et par différents temps, de façon à pouvoir apprécier si l'état atmosphérique (pluie, sécheresse, froid, chaleur, etc.) en modifiait les

résultats, il résulte que la transmission téléphonique, à l'aide d'appareils du modèle courant, ne peut se faire pratiquement, au moyen des conducteurs télégraphiques en fer ordinaires, avec retour par la terre qu'à une distance maximum de 25 à 30 *km*.

Il s'agit ici, bien entendu, de téléphones installés dans des gares, c'est-à-dire dans des endroits forcément bruyants, placés simplement dans des bureaux et non dans des cabines téléphoniques.

On peut donc facilement annexer un appareil microtéléphonique à l'appareil télégraphique dans les postes desservis par les fils omnibus pour permettre à ces postes télégraphiques de converser, si on juge utile de créer ce mode de correspondance supplémentaire ; mais on ne pourrait utiliser les fils directs pour mettre en relation l'administration centrale des grands réseaux des chemins de fer français, situées toutes à Paris, avec le personnel supérieur des sections d'exploitation de ces réseaux, en résidence dans des villes dont la plupart sont à de grandes distances de Paris.

L'impossibilité de correspondre téléphoniquement à grande distance sur les lignes télégraphiques en fer à un seul conducteur tient à plusieurs causes, savoir :

1° A la trop grande résistance électrique du fer qui constitue ces lignes.

Le fil de fer de 3 *mm* de diamètre a une résistance kilométrique de 18 ohms, tandis qu'un fil de bronze phosphoreux de 1,6 *mm* de diamètre à 95 0/0 n'a dans les mêmes conditions qu'une résistance de 8,46 ohms.

2° A la trop grande capacité électrostatique du fer.

Cette capacité pour un fil de fer de 3 *mm* de diamètre est de 0,01 microfarad par kilomètre, tandis que celle du fil de bronze phosphoreux de 1,6 *mm* de diamètre à 95 0/0 est seulement de 0,005.

3° A la grande self-induction du fer.

Cette self-induction par rapport à celle du cuivre est près de six fois plus grande.

4° A l'emploi de la terre comme fil de retour.

Ce qui a pour conséquence de permettre aux courants telluriques de passer à certains moments dans les conducteurs et de gêner ainsi la propagation des courants téléphoniques (1).

(1) La production de ces courants telluriques dépend d'une foule de circonstances qui sont encore peu connues. Nous avons constaté, dans les expériences citées ci-dessus, qu'à

5° Enfin à l'induction des fils télégraphiques voisins de celui affecté au service des téléphones.

Cette dernière cause a une grande importance.

Nous avons déjà fait remarquer que les courants télégraphiques circulant dans un fil placé parallèlement et à peu de distance d'un fil téléphonique, déterminent dans ce dernier des courants induits qui produisent dans les téléphones un crépitement très intense, semblable à celui que produit la graisse en ébullition, et qui, pour cette raison, a été fort justement désigné sous le nom de *friture*.

Ce bruit rend fort difficile la perception des paroles transmises et, à certains moments, rend même cette perception absolument impossible.

Il est évident que si l'on parvenait à éliminer ou du moins à atténuer l'induction des fils télégraphiques voisins de celui affecté au téléphone, on pourrait reculer la limite de 30 *km* assignée ci-dessus pour une bonne transmission sur une ligne à un seul conducteur, en fer, de 3 *mm* de diamètre.

Tel a été le problème que se sont posé beaucoup d'inventeurs et qui a été résolu avec un certain succès par M. Van Rysselberghe en Belgique et par M. Gwozdeff en Russie.

Le système de M. Van Rysselberghe repose sur le principe suivant :

Lorsqu'on supprime la brusquerie des émissions et des extinctions des courants, ceux-ci deviennent inauditibles au téléphone. Il s'agissait donc de substituer aux courants brusquement émis et brusquement interrompus par les appareils télégraphiques, des courants graduels, c'est-à-dire qui vont *crescendo* en commençant et *decrescendo* en finissant.

Cette gradation qui a lieu dans un laps de temps inappréciable s'obtient par l'intercalation dans le circuit de petits électro-aimants graduateurs, ou encore en mettant sur la ligne des condensateurs faisant l'office de dérivateurs, ou enfin en combinant des électro-aimants avec des condensateurs afin d'obtenir des résultats plus parfaits.

Condensateurs et électro-aimants agissent alors comme réser-

certains moments de la journée la transmission s'effectuait beaucoup plus facilement dans un sens que dans l'autre, tandis qu'à certains autres moments, au contraire les communications devenaient plus faciles dans le sens opposé. Ces différences avaient évidemment une certaine corrélation avec le sens des courants telluriques qui passaient dans les conducteurs reliant les deux postes en correspondance.

voirs d'électricité absorbant une certaine quantité de courant, quantité qu'ils restituent à la rupture du circuit.

L'inventeur a d'ailleurs caractérisé le rôle de ces organes en disant qu'ils agissent à l'égard des courants électriques comme les réservoirs à air dans les pompes d'incendie : ce sont des poches qui se vident et se remplissent graduellement, enlevant ainsi toute brusquerie dans les changements de pression électrique. Sous l'influence de courants gradués de cette façon, la membrane du téléphone fléchit bien encore, mais ne *vibre plus*, et dès lors ne donne plus de son au passage du courant télégraphique.

En d'autres termes, les courants télégraphiques deviennent complètement silencieux, inauditibles, qu'ils soient directs, induits ou dérivés.

En complétant le système anti-inducteur par une autre catégorie d'appareils, le système Van Rysselberghe permet de téléphoner et télégraphier simultanément sur les mêmes fils. Il est bien entendu qu'on ne peut pas en général se servir des fils télégraphiques existants, les lignes téléphoniques exigeant des conditions particulières de conductibilité. Donc, l'application du système Van Risselberghe nécessite, au préalable, l'établissement d'une ligne soit en bronze silicieux, soit en fil d'acier ou de fer galvanisé de diamètre assez important.

Ce système fonctionne : il est appliqué sur une assez grande échelle en Belgique ; il a été essayé dans d'autres pays, mais il exige, comme on l'a vu, la réfection de la ligne et la modification de tous les postes télégraphiques sans exception, ce qui entraîne à des dépenses fort grandes et d'un ordre comparable à celles que nécessiteraient l'établissement d'une ligne téléphonique spéciale et l'usage de deux lignes, l'un pour le téléphone, l'autre pour le télégraphe ; aussi a-t-on jugé dans bien des cas qu'il vaut mieux avoir recours à ce dernier moyen.

On pourrait encore opposer au système Van Rysselberghe une autre critique assez grave : c'est de retarder la vitesse de manipulation du télégraphe Morse et d'être inefficace pour l'extinction des bruits d'induction produits par la manipulation des appareils multiples (Baudot, Wheatstone, etc.) employés, non sur les réseaux des voies ferrées, mais sur les lignes de l'administration des télégraphes.

Telles sont les raisons pour lesquelles le système après essai entre Paris et Bruxelles sur les lignes de l'État n'a pas été adopté ;

ces raisons suffisent également, croyons-nous, pour enlever au système toute chance d'être appliqué sur les lignes du réseau télégraphique des Compagnies de chemins de fer français.

Le système Gwozdeff présente quelque analogie avec celui de M. Van Rysselberghe ; il est caractérisé également par l'emploi de condensateurs, mais de capacités très différentes alors que ceux du système Van Rysselberghe sont de même capacité.

Ainsi M. Gwozdeff donne au condensateur du microphone une capacité de 1 à 10 microfarads, et à celui du téléphone une capacité de 0,02 à 0,025 microfarad, soit une capacité 40 à 50 fois moindre.

On fait usage aussi de déchargeurs analogues à une clef Morse pour éviter la charge de la ligne pendant le passage des courants téléphoniques, et ensuite sa décharge, ce qui rend moins brusque la diminution de l'oscillation électrique.

Enfin, certains perfectionnements ont été apportés aux microphones dans le but de les approprier aux transmissions à grande distance.

Les premiers essais du système datent de 1888-89; ils ont eu lieu sur la ligne télégraphique du chemin de fer Rybinsk-Bologoë. On a pu converser à 294 *km* sur un conducteur en fer et, pendant le travail sur cette ligne, des appareils télégraphiques étaient continuellement en jeu.

Si nous insistons sur ce système de téléphonie, c'est que les chemins de fer russes de Kozloff-Voronège-Rostov et de Saint-Pétersbourg-Varsovie l'ont installé pour les besoins de leur service.

On correspond ainsi téléphoniquement :

De Saint-Pétersbourg à Pskov, à une distance de 284 *km*,

De Saint-Pétersbourg à Louga (138 *km*),

Entre Saint-Pétersbourg et Alexandrowka et à Gatschina.

De plus, entre Saint-Pétersbourg et Alexandrowka, on a installé onze postes téléphoniques de pleine voie desservis par un fil unique spécial ; chaque poste comprend un microphone et deux téléphones récepteurs.

Les gardiens sont appelés aux téléphones par un rugissement spécial que produisent ces appareils sous l'influence de courants d'induction lancés à travers la ligne entière par le circuit secondaire d'une bobine de Rhumkorff au moyen d'interruptions réitérées du courant de son circuit primaire. Le gardien ainsi appelé,

s'informe quelle est la station qui veut correspondre avec lui : Saint-Pétersbourg ou Alexandrowka.

Enfin, sur les chemins de fer russes pourvus de ces installations téléphoniques, on peut converser au moyen de postes téléphoniques portatifs d'un point quelconque de la ligne avec les stations voisines.

Ainsi, sur certaines lignes de chemins de fer russes on a réalisé la transmission acoustique à des distances de plusieurs centaines de kilomètres au moyen des conducteurs télégraphiques ordinaires. Pour les conversations à grande distance, on a réuni en boucle deux conducteurs télégraphiques.

Nous ne connaissons aucune installation de ce genre sur les chemins de fer français et, ainsi que nous le faisions remarquer plus haut, l'administration des télégraphes n'a pas cru devoir adopter les systèmes anti-inducteurs pour l'utilisation de son réseau télégraphique lorsqu'elle a eu à créer la téléphonie interurbaine. Elle a préféré poser des lignes spéciales en cuivre de haute conductibilité permettant de correspondre très nettement à des distances considérables (par exemple de Paris à Marseille, distantes de 863 *km*), et qui ne nécessitent pas la modification de tous les postes télégraphiques.

Nous pensons que cette mesure radicale est en effet la meilleure et qu'elle devra être imitée par les Compagnies de chemins de fer si elles jugent utile de créer un réseau téléphonique.

Mais, comme ces conducteurs téléphoniques sont posés sur les poteaux supportant déjà des fils télégraphiques et sont, par conséquent, à de faibles distances de ces fils, il faut éviter les effets d'induction dont il a été parlé.

Il existe pour cela un moyen fort simple et complètement efficace consistant à constituer la ligne téléphonique de deux conducteurs et de les croiser alternativement à des distances déterminées.

Il est facile de démontrer que dans ces conditions on réussit à annuler l'induction d'un conducteur télégraphique A sur les conducteurs téléphoniques voisins B et C *(fig. 2, Pl. 88)*.

Supposons que ce conducteur A soit distant de longueurs d et d' des fils téléphoniques B et C tendus parallèlement. Pendant sa période variable, le courant télégraphique engendre dans chaque fil téléphonique une force électromotrice proportionnelle :

1° A la longueur sur laquelle l'action inductrice se produit ;

2° Au coefficient d'induction mutuelle par unité de longueur des deux fils considérés ;

3° A la vitesse de variation d'intensité du courant inducteur.

Si donc nous appelons :

E_B et E_C les forces électromotrices d'induction du fil télégraphique A avec chacun des fils B et C ;

L la longueur de ces fils depuis l'origine jusqu'au premier point de croisement ;

M_B et M_C les coefficients d'induction mutuelle par unité de longueur de chacun des fils B et C ;

$\frac{di}{dt}$ la vitesse de variation d'intensité du courant inducteur ;

Nous aurons *(fig. 3, Pl. 88)* :

$$E_B = M_B L \frac{di}{dt} \quad \text{et} \quad E_C = M_C L \frac{di}{dt}.$$

Ces deux forces électromotrices sont de même sens dans les deux brins B et C, mais le courant total parcourant la boucle entière L sera la différence de ces deux forces :

$$E_B - E_C = (M_B - M_C) L \frac{di}{dt}.$$

Si on croise les fils et si on considère la boucle suivante de longueur L_1, on aura de même :

$$E'_B = M_C L_1 \frac{di}{dt} \quad \text{et} \quad E'_C = M_B L_1 \frac{di}{dt}.$$

La force électromotrice résultante sera, dans cette boucle :

$$E'_B - E'_C = (M_C - M_B) L_1 \frac{di}{dt}.$$

La force électromotrice agissant sur l'ensemble des deux boucles sera donc la somme des deux valeurs calculées ci-dessus, et égale, par conséquent, à :

$$E_B - E_C + (E'_B - E'_C) = (M_B L - M_C L + M_C L_1 - M_B L_1) \frac{di}{dt},$$

ou

$$E_B + E'_B - (E_C + E'_C) = [M_B(L - L_1) + M_C(L_1 - L)] \frac{di}{dt}.$$

Cette équation montre que la force électromotrice résultante sera nulle lorsque les longueurs L et L_1 seront égales, étant bien entendu que d'un bout à l'autre de la ligne les deux brins du circuit induit se trouvent dans les mêmes conditions électriques, c'est-à-dire ont le même isolement, la même capacité et la même self-induction.

L'isolement et la résistance kilométrique seront sensiblement les mêmes pour les deux fils, ainsi que leur capacité, puisque ces fils sont généralement à une distance de 6 à 8 *m* du sol et de 0,40 *m* à 0,50 *m* l'un de l'autre.

Il suffit donc d'équilibrer le coefficient de self-induction dans les deux fils induits ; c'est à quoi on arrive facilement en intercalant convenablement dans chacun d'eux les postes téléphoniques.

Si on considère par exemple une ligne à deux conducteurs *f* et *f'* *(fig. 4, Pl. 88)* desservant deux postes téléphoniques intermédiaires entre ses deux postes terminus, soit au total quatre postes, et si on suppose que cette ligne téléphonique soit placée à côté de deux conducteurs télégraphiques, l'un AB, continu sur tout le parcours, l'autre CD, prenant terre en D, ou divergeant en ce point, on devra disposer les choses comme l'indique le croquis.

En croisant les fils téléphoniques au milieu de CD on annulera l'induction du fil CD et de la partie AE du fil AB ; en les croisant de nouveau à mi-distance des points D et B, on équilibrera le restant de la ligne téléphonique par rapport à la partie EB du fil AB.

En pratique il est prudent de multiplier les croisements et on a obtenu de bons résultats en les installant tous les 500 *m*. En admettant ce dernier chiffre, connaissant le nombre de sections délimitées par l'arrivée, le départ ou la mise sur terre de fils télégraphiques, et remarquant enfin que sur chaque section partielle on devra avoir un nombre impair de croisements afin de pouvoir les espacer sur des longueurs égales dans chaque section, on pourra connaître immédiatement la distance approximative de chacun de ces croisements en divisant la longueur de la section par 500.

Si le quotient est un nombre impair, le chiffre pourra être admis, s'il est pair on l'augmentera d'une unité et le nombre de croisements étant ainsi déterminé, une nouvelle division par ce nombre de la longueur linéaire de la section donnera leur distance (1).

(1) Exemple : On a une ligne téléphonique à deux conducteurs parallèles à trois fils télégraphiques ayant respectivement 2 300, 3 800 et 8 400 *m* de longueur. *(Fig. 5, Pl. 88.)*

On devra installer entre A et B un nombre de croisements égal à $\frac{2\,300}{500} = 4{,}6$, soit 5. Ils

Si on avait parallèlement à ce circuit téléphonique un deuxième circuit téléphonique, on considérerait celui-ci comme formant un circuit télégraphique de sections égales à celles déterminées par les croisements et on agirait à l'égard de ce circuit comme on l'a fait à l'égard du circuit télégraphique ABCD.

Le croisement se fait très simplement à l'aide d'isolateurs ordinaires, ainsi que le montre la figure 6, Pl. 88.

Ainsi, pour les installations téléphoniques des chemins de fer, quelle que soit d'ailleurs l'importance de l'installation, nous pensons qu'il est de beaucoup préférable de recourir à des lignes à deux conducteurs en bronze de 0,0015 *m* de diamètre, dans le cas où on ne peut se servir de poteaux existants et dans celui où on utilise les poteaux d'une ligne télégraphique existante. Les tableaux suivants permettent de se rendre compte de la différence des prix qui existent dans ces deux cas entre la ligne téléphonique à deux conducteurs et celle à un seul conducteur.

1° Prix par kilomètre d'une ligne téléphonique n'utilisant pas des poteaux existants.

	LIGNE A UN SEUL CONDUCTEUR		LIGNE A DEUX CONDUCTEURS	
POTEAUX	12 de 6 *m* à 5,78 *f* . . 2 de 8 *m* à 10,41 *f* . .	90,18 *f*	12 de 6 *m* à 5,78 *f* . . 2 de 8 *m* à 10,41 *f* . .	90,18 *f*
FIL	1 000 *m* de fil de 0,0015 *m* de diamètre.	50 » *f*	2 000 *m* de fil de 0,0015 *m* de diamètre.	100 » *f*
ISOLATEURS	12 cloches ordinaires à 1,46 *f*. . . . . 2 cloches à longue tige à 1,70 *f*.	17,52 *f* 3,40 *f*	24 cloches ordinaires à 1,46 *f*. . . . . 4 cloches à longue tige à 1,70 *f*.	35,04 *f* 6,80 *f*
	TOTAUX. . .	161,10 *f*		232,02 *f*

2° Prix par kilomètre d'une ligne téléphonique posée sur poteaux existants.

	LIGNE A UN SEUL CONDUCTEUR		LIGNE A DEUX CONDUCTEURS	
FIL	1 000 *m* de fil de 0,0015 *m* de diamètre.	50 » *f*	2 000 *m* de fil de 0,0015 *m* de diamètre.	100 » *f*
ISOLATEURS	12 cloches ordinaires à 1,46 *f*. . . . . 2 cloches à longue tige à 1,70 *f*.	17,52 *f* 3,40 *f*	24 cloches ordinaires à 1,46 *f*. . . . . 4 cloches à longue tige à 1,70 *f*.	35,04 *f* 6,80 *f*
	TOTAUX. . .	70,92 *f*		141,84 *f*

Avec le fil en bronze phosphoreux ou silicieux on peut admettre des portées de 90, 100 et même 120 *m*.

seront alors distants de 2 300 : 5 = 460 *m*. Entre B et C on devra installer $\frac{3\,800 - 2\,300}{500}$ = 3 croisements situés à la distance normale de 500 *m* l'un de l'autre. Entre C et D (distance 4 600 *m*) le nombre des croisements sera de $\frac{4\,600}{500}$ = 9,2 soit 9 et leur espacement sera de $\frac{4\,600}{9}$ = 511 *m*.

Il est utile de faire remarquer cependant que ce fil présente un inconvénient : il a une grande affinité pour le givre et se recouvre en hiver d'une couche de glace atteignant parfois plusieurs centimètres de diamètre, ce qui occasionne une surcharge anormale et cause la rupture du conducteur. (Cette affinité est probablement due à la grande conductibilité calorifique du cuivre, qui atteint presque sept fois celle du fer.)

Cet inconvénient, grave dans les pays froids (et qui est encore augmenté par ce fait que la contraction du fil de bronze est plus grande que celle du fil de fer) peut être atténué en prenant du fil ayant seulement 30 0/0 de conductibilité électrique (au lieu de 95 0/0 qui est la conductibilité ordinairement admise), ce qui permet d'employer un bronze dont la résistance mécanique est double de celle du bronze à 95 0/0.

Ceci posé, nous allons passer en revue les emplois du téléphone :

1° Dans les grandes Compagnies de chemins de fer ;

2° Dans les Compagnies secondaires.

I. — EMPLOI DU TÉLÉPHONE DANS LES GRANDES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER

Depuis quelques années, les grandes Compagnies de chemins de fer emploient le téléphone dans une assez large mesure et sont disposées, croyons-nous, à l'étendre encore davantage.

On peut classer ces applications en cinq catégories, savoir :

1° Application du téléphone pour les communications intérieures ;

2° Relations avec les réseaux urbains et les particuliers ;

3° Relations dans les gares et leurs dépendances ;

4° Relations de gares à gares ;

5° Relations des agents de la voie et des trains avec les gares, ou des agents de la voie entre eux.

1° Application du téléphone pour les communications intérieures

Le téléphone existe maintenant, pour les relations intérieures, dans les bâtiments d'administration des grands réseaux français, à Paris, et dans les principales gares, siège d'inspections régionales. Il y rend d'incontestables services au point de vue de la célérité et de la commodité.

Le réseau intérieur comprend généralement un poste central desservi par un employé mettant en relation les bureaux qui ont

besoin d'entrer en communication. Cette organisation n'offre rien de particulier; il n'y a donc pas lieu d'insister.

2° Relations avec les réseaux urbains et les particuliers

Les Compagnies de chemins de fer ont intérêt à se relier aux réseaux urbains. A Paris notamment, les différents services des administrations centrales sont en relation, par le téléphone, avec les abonnés du réseau et peuvent traiter rapidement les affaires, en évitant souvent une correspondance écrite et des courses d'agents.

Certaines gares sont également reliées au réseau urbain de la localité qu'elles desservent et peuvent, par conséquent, recevoir directement de leurs clients les demandes de wagons ou de renseignements qui leur sont faites.

Ici, le téléphone facilite singulièrement les relations entre les Compagnies et les expéditeurs ou destinataires de marchandises ; aussi le système est-il largement employé à l'étranger. En France, on ne peut citer que des applications beaucoup plus restreintes, dans des villes d'une certaine importance, car le taux beaucoup trop élevé des abonnements impose aux Compagnies l'obligation de restreindre le nombre des installations.

Dans certains cas, de grands usiniers font, à leurs frais, l'installation d'appareils entre leurs bureaux et la gare avec laquelle ils sont journellement en rapport.

Les Compagnies de chemins de fer se prêtent à ces sortes d'installations qui sont très utiles aux industriels.

3° Relations dans les gares et leurs dépendances

Dans les gares, on fait usage actuellement du téléphone pour relier le chef de service avec les bureaux de la gare aux marchandises, les différents postes d'aiguilleurs, le dépôt des machines, les ateliers, etc., et pour mettre en relation directe ces différents postes entre eux.

Certaines gares sont donc maintenant pourvues d'un véritable réseau téléphonique, avec un poste central et quelquefois des postes secondaires à plusieurs directions, permettant d'échanger une foule de renseignements utiles et même de donner des ordres *n'intéressant pas directement la sécurité de l'exploitation.*

Les dépêches téléphonées qui peuvent engager la responsabilité de ceux qui les transmettent et de ceux qui les reçoivent

doivent être inscrites sur un registre spécial qui tient lieu du procès-verbal télégraphique et elles sont, de plus, collationnées.

Dans les installations téléphoniques ayant pour but d'établir une correspondance entre les divers postes d'une même gare, il s'agit de faire une distinction nette entre ceux de ces postes qui servent à l'échange de dépêches proprement dites, c'est-à-dire à demander des renseignements ou à transmettre des ordres ou des explications relatifs aux détails du service, et ceux qui sont exclusivement destinés à transmettre phoniquement des ordres relatifs à l'entrée ou à la sortie des trains et à la manœuvre des signaux et des aiguilles.

Dans ce dernier cas qui se présente, par exemple, lorsqu'on crée une relation entre une cabine Saxby et un poste d'aiguilleurs, le téléphone remplace un appareil à voyants ou à signaux acoustiques et doit être considéré comme tel. Il n'est donc pas à proprement parler un appareil télégraphique lorsqu'il est affecté à cet usage spécial.

4° Relations de gares a gares

Les Compagnies du Nord et de l'Est ont été les premières, en France, à remplacer les appareils télégraphiques Bréguet à signaux fugitifs, seuls en usage autrefois sur les chemins de fer, par des télégraphes Morse écrivants, dans le but d'augmenter la sécurité en établissant nettement les responsabilités de ceux qui transmettent des ordres importants et de ceux qui les reçoivent.

Cet exemple a été suivi depuis par la Compagnie de P.-L.-M. et par la Compagnie de l'Ouest qui a actuellement opéré cette transformation dans les deux tiers de ses postes télégraphiques. Seule, la Compagnie de Paris à Orléans a persévéré dans l'emploi exclusif du télégraphe à cadran.

Cette condition de responsabilité, dans l'expédition des dépêches intéressant la sécurité, a donc paru suffisamment importante pour justifier des dépenses assez considérables et pour passer sur les difficultés résultant de l'obligation d'enseigner aux agents la manipulation du télégraphe Morse.

A vrai dire, cette manipulation, qui peut paraître plus difficile au premier abord que celle du télégraphe Bréguet, s'apprend assez promptement, ainsi que l'expérience l'a démontré ; d'autre part, la lecture des bandes Morse qui portent les signaux transmis est incomparablement plus aisée que celle du télégraphe à cadran, puisque l'aiguille de ce dernier appareil s'arrêtant sur chaque

lettre ou sur chaque chiffre pendant un temps extrêmement court, le lecteur doit, pour ainsi dire, saisir au vol le signal qui lui est transmis et se rappeler les lettres qui ont passé. D'où, une contention d'esprit et une attention fort grande qui sont une cause de fatigue. Enfin, avec le télégraphe à cadran il serait certainement impossible d'assurer un service aussi tendu que l'exige actuellement l'activité de la circulation des trains sur certaines lignes.

Ainsi se trouverait justifié l'usage du télégraphe Morse, abstraction faite de la question de sécurité.

Il est naturel que les Compagnies qui font exclusivement usage du télégraphe à cadran à signaux fugitifs et qui considèrent ce mode de transmission comme présentant suffisamment de sécurité, songent à y substituer le téléphone qui est un moyen de correspondance incontestablement plus rapide. Toutefois, le téléphone présente un inconvénient qu'il est bon de signaler et qui peut avoir son importance dans le cas qui nous occupe : certains sons se transmettent mal et peuvent prêter à équivoque ou même à fausse interprétation ; certains nombres, notamment, ont même consonnance, par exemple 10 et 6, 1 et 20, et il est à craindre que même en collationnant la dépêche on ne relève pas l'erreur.

Malgré cela, il y a actuellement une tendance de la part de certaines administrations à généraliser l'emploi du téléphone, même lorsqu'il s'agit de transmettre des ordres importants. En faisant abstraction des petites lignes d'intérêt local, où le service se fait en navette et où, à la rigueur, on pourrait se passer de tout système de correspondance, on peut citer des lignes à faible trafic, il est vrai, mais sur lesquelles il peut y avoir des changements de croisement, où on a adopté le téléphone.

Au point de vue purement technique, la substitution du téléphone au télégraphe sur les grandes lignes rencontrerait des difficultés de plusieurs ordres : les conducteurs à fil unique, en fer, servant actuellement au télégraphe sont insuffisants à assurer une bonne communication téléphonique entre des gares assez éloignées les unes des autres, d'abord à cause des différentes raisons que nous avons données au début de cette note, et ensuite à cause de la proximité de nombreux conducteurs servant aux appareils de contrôle de toutes natures, qui sont posés la plupart du temps sur les mêmes poteaux. Il faudrait donc établir des lignes spéciales à double fil pour assurer, dans de bonnes conditions, les communications téléphoniques et la dépense qui résulterait de l'établissement de ces conducteurs serait grande.

Sans préjuger de l'avenir, notre opinion personnelle est donc que sur les lignes à grand trafic, le téléphone peut être une annexe très utile du télégraphe Morse, mais ne saurait le remplacer entièrement.

Nous pouvons citer un cas où le téléphone, considéré comme auxiliaire du télégraphe, rend des services importants, en décrivant l'installation réalisée sur la ligne de Vincennes, dans chacune des gares comprises entre Paris-Bastille et La Varenne.

On fait usage des fils télégraphiques existants et l'installation est caractérisée par ce fait que les postes doivent constamment rester sur télégraphe. La relation téléphonique n'est établie que sur un signal conventionnel passé au Morse. Dans ces conditions, les appareils d'appel du téléphone n'ont plus raison d'être, puisque l'appel se fait par la sonnerie du poste télégraphique.

La disposition d'un poste intermédiaire quelconque, représentée par le schéma *(fig. 7, Pl. 88)*, est la suivante :

La borne du manipulateur et la borne de réception du commutateur de lignes, au lieu d'être reliées directement, sont mises en communication par l'intermédiaire du téléphone, lorsque son récepteur de droite maintient le crochet commutateur abaissé. Les relations télégraphiques peuvent donc avoir lieu comme si rien n'avait été changé au dispositif primitif du poste télégraphique.

Si le poste de gauche P_1 veut parler avec le poste P, il demande à ce dernier de se placer au téléphone ; cette demande étant faite par télégraphe, la fiche du commutateur de lignes de chacun de ces postes est sur réception. Les choses restant dans cet état, l'agent se porte au téléphone et décroche les deux récepteurs ; il isole par ce seul fait l'appareil Morse et peut engager la conversation avec son voisin. Pendant ce temps, le poste de droite P_2 peut néanmoins attaquer le poste P dont la sonnerie déclenche. La conversation terminée, les récepteurs sont replacés sur leurs crochets et l'appareil Morse rentre dans le circuit, le téléphone se trouvant à son tour isolé. L'agent n'a plus qu'à remettre la fiche du commutateur sur sonnerie, absolument comme s'il venait de recevoir une dépêche par télégraphe.

L'installation faite dans ces conditions ne change en rien les habitudes du personnel, ce qui est important, et, dans aucun cas, la communication télégraphique ne peut être interrompue, puisque les récepteurs téléphoniques doivent forcément être replacés sur leurs crochets.

La mise en service d'appareils téléphoniques concurremment

avec le Morse a donné d'excellents résultats sur la ligne de Vincennes, où les stations sont très rapprochées les unes des autres (1 500 *m* en moyenne). Il arrivait, en effet, qu'une dépêche transmise par télégraphe exigeait pour parvenir d'une gare voisine, un temps plus long que n'en mettait un train pour effectuer le trajet. Aussi, dans la pratique, les communications urgentes qui n'intéressaient pas directement la sécurité ou qui n'engageaient pas la responsabilité de la Compagnie étaient-elles faites par correspondance écrite.

Depuis que l'on dispose du téléphone, on s'en sert pour passer les dépêches concernant :

Les demandes de matériel,
Les avis de prises de route,
La répartition du matériel,
Les renforcements de trains,
Les compartiments à réserver,
Les colis en plus ou moins,
Les demandes de remplacements d'agents,
Les interruptions ou les défauts dans le fonctionnement des appareils télégraphiques, signaux, aiguilles, horloges, etc. (dépêches au chef de district, au contrôleur du télégraphe, ou aux ouvriers de l'entretien),
Et généralement toutes les dépêches n'intéressant pas la sécurité ou la circulation des trains.

Toutes ces dépêches sont collationnées et inscrites sur un registre spécial.

Toutes les dépêches ayant un caractère officiel ainsi que les télégrammes privés sont, comme par le passé, transmis télégraphiquement.

En cas d'urgence, par exemple pour signaler des wagons en dérive ou un accident quelconque, pour demander le secours, pour annoncer un retard de train, la mise en marche d'un train facultatif ou extraordinaire, on peut faire usage du téléphone ; mais la dépêche téléphonée doit être confirmée dans le plus bref délai possible par le télégraphe.

Bien entendu, en cas d'interruption momentanée du service sur une des voies, toutes les dépêches relatives soit à l'organisation d'un service de voie unique, soit à la circulation des trains ou machines sur voie unique, ne sont exécutoires qu'autant qu'elles ont été transmises par le télégraphe. Toutes les prescriptions que nous

venons d'énoncer ont été consignées dans un ordre de service adressé à toutes les gares intéressées.

5° Relations des agents de la voie et des trains avec les gares ou des agents de la voie entre eux

Certaines Compagnies ont installé, depuis longtemps déjà, des postes télégraphiques en pleine voie, de distance en distance, pour permettre aux agents des trains de demander du secours aux stations voisines en cas d'accident ; mais ce systeme implique l'obligation d'avoir des agents de trains sachant se servir du télégraphe.

Dans certaines autres Compagnies, on a utilisé dans le même but des postes télégraphiques portatifs ; mais ce système n'est pas pratique parce qu'il exige pour son installation des agents spéciaux et que cette installation cause, dans la plupart des cas, une interruption dans la transmission des dépêches.

On a alors songé à remplacer le télégraphe par le téléphone et à employer, soit des postes de secours répartis de distance en distance le long de la voie, soit des postes téléphoniques portatifs.

Nous trouvons un exemple du premier système à la Compagnie du Nord, qui emploie, à titre d'essai, sur certaines de ses grandes lignes, des postes téléphoniques de secours permanents, et qui en a également installé sur plusieurs lignes à faible trafic. Cette installation nécessite, bien entendu, l'annexion aux postes télégraphiques des stations, de récepteurs téléphoniques. On s'est servi, pour ces essais, de récepteurs et de transmetteurs du type Ader, modèle réduit.

La Compagnie d'Orléans a également installé, sur certaines sections, des téléphones aux postes des gardes-barrières, pour permettre à ces derniers de communiquer avec les gares voisines.

Ces installations, faites jusqu'à présent au double fil, comprennent :

1° Pour la gare, un poste magnétique fixe composé d'un téléphone transmetteur, de deux téléphones récepteurs, d'un appel magnétique à manivelle et d'un paratonnerre à pointes (modèle spécial étudié par la Compagnie d'Orléans) portant une manette pour mettre la ligne à la terre en cas d'orage. Le tout est monté sur un panneau avec crochet commutateur et crochet fixe, ainsi que le montre la figure 8, Pl. 88.

La sonnerie magnétique est toujours actionnée au départ par

l'appel magnétique, ce qui permet de constater le départ du courant à la sortie du poste.

Le tableau central (système Sieur) est muni d'annonciateurs et de commutateurs du modèle ordinairement employé pour les installations bourgeoises.

2° Au poste de garde-barrière, l'installation est en tout point semblable à la précédente (1).

Les transmetteurs magnétiques sont munis d'une sorte d'embouchure dans laquelle il faut parler, ce qui donne lieu à quelques plaintes, surtout quand plusieurs agents doivent se servir de l'appareil.

Pour les faibles distances, le téléphone purement magnétique donne de bons résultats ; mais pour les grandes distances, la perception des sons devient difficile, les transmetteurs ayant une puissance insuffisante.

Les postes téléphoniques portatifs sont en usage sur certaines petites lignes exclusivement exploitées par téléphone, ainsi que nous le verrons plus loin ; mais nous trouvons également un exemple de cette application sur les grandes lignes du réseau des chemins de fer autrichiens.

On emploie sur ces lignes un téléphone de campagne du système Gattinger qui, paraît-il, peut être installé en quelques minutes sur un point quelconque de la voie, même par des agents ne possédant aucune instruction technique. Son emploi n'interrompt pas la communication télégraphique entre les stations. Enfin, il paraît que ce téléphone dont nous regrettons de ne pouvoir donner une description détaillée, ni les dessins, permet, dans des conditions favorables, de correspondre même à 50 *km* de distance à l'aide des fils télégraphiques directs.

Nous avons dit qu'on employait des postes téléphoniques portatifs sur certaines petites lignes : le poste en essai sur la petite ligne d'Anvin à Calais, par exemple, se compose d'un bouton d'appel, d'un microphone, d'un téléphone d'une sonnerie à grande résistance, d'un commutateur de dérivation pour la sonnerie et le téléphone, et de dix éléments de pile Leclanché. Le tout est contenu dans une boîte de 0,33 *m* de hauteur, de 0,30 *m* de largeur, de 0,20 *m* de profondeur, du poids total de 10 *kg*.

Il est d'autres applications que l'on peut signaler comme pouvant peut-être rendre service dans certaines circonstances. C'est

(1) La figure 8, Pl. 88 donne le schéma de montage d'un poste de gare à trois directions, en relation avec des postes de gardes-barrières.

la mise en relation temporaire de deux points donnés soit sur la voie, soit d'une partie d'une gare à une autre de cette même gare.

Le problème peut être résolu de deux façons : soit par l'emploi d'un câble volant, soit par l'emploi d'un fil posé à l'avance et auquel il suffit de se relier pour communiquer.

Nous pensons qu'il est intéressant de relater ici une expérience que nous avons faite dans le courant de l'année 1892, et qui prouve que la première solution du problème n'offre aucune difficulté.

Nous avons téléphoné avec une grande netteté à l'aide de téléphones magnétiques Ader, à 1 000 et à 1 500 *m* de distance, en employant un conducteur unique formé d'un fil bi-métallique *nu* de 0,0006 *m* de diamètre simplement posé sur le sol. Le retour se faisait par la terre prise au rail. Les appels se produisaient à l'aide de sonneries magnétiques.

On ne pouvait d'ailleurs songer à faire usage, dans cette circonstance, de sonneries actionnées par des courants de pile ; un fil posé sur le sol étant évidemment dans des conditions d'isolement des plus défectueux et ne pouvant servir à la transmission de signaux électriques qu'à la condition d'employer des courants de haute tension.

On avait placé à chaque extrémité de la ligne deux récepteurs Ader n° 3, en dérivation sur la sonnerie magnétique, de façon à s'exonérer de toute manœuvre de commutateur; l'un de ces téléphones servait de transmetteur, l'autre de récepteur.

Dans ces conditions, l'installation était d'une grande simplicité.

Le fil bi-métallique est constitué d'une âme en acier entourée de cuivre pur, ce qui permet d'obtenir à la fois une grande conductibilité électrique et une grande résistance à la traction (75 à 80 *kg* par millimètre carré).

Ce fil était enroulé sur un dévidoir muni d'une poignée ; le déroulement sur le sol se fait à la vitesse d'un homme marchant au pas. Pour le relèvement du fil, à l'issue de l'expérience, la poignée du dévidoir était assujettie, à l'aide de crochets spéciaux, à un plastron, et l'enroulement s'opérait rapidement par l'homme qui cheminait en donnant un mouvement de rotation à l'arbre de la bobine, à l'aide d'une manivelle montée sur cet arbre.

Le relèvement d'une ligne de 1 *km* a été effectué par un homme inexpérimenté en quinze minutes.

On possède ainsi un moyen simple et peu coûteux d'établir

une communication temporaire par sonneries magnétiques et par téléphone entre deux chantiers espacés sur la voie de 1 à 3 *km*, ce qui peut présenter, dans certains cas, un intérêt réel.

Notre regretté collègue, M. de Branville, qui s'est beaucoup occupé des applications de la téléphonie au service militaire et qui, avec M. Aubry, a construit des postes magnétiques portatifs très pratiques, s'était préoccupé de l'établissement de lignes volantes pour créer des communications temporaires. Il avait fait construire à cet effet un câble à un conducteur composé d'une torsade de sept fils de bronze, recouverte d'une couche isolante de caoutchouc pur, d'une enveloppe protectrice formée de deux guipages en sens contraire, de fils de coton et d'un enduit hydrofuge.

Il existe deux modèles de câbles ainsi constitués, dont le tableau ci-après donne les principales dimensions, les poids, les résistances et la conductibilité :

		MODÈLES A	MODÈLES B
Dimensions	Diamètre extérieur du câble	0,00150	0,00200
	Diamètre du fil de bronze employé	0,00024	0,00030
	Section totale du conducteur en millimètres carrés.	0,3164	0,4948
Résistance	Résistance du câble à la rupture	11,40 *kg*	17,30 *kg*
	Résistance du bronze par millimètre carré	35 *kg*	35 *kg*
Conductibilité	Résistance électrique en ohms par kilomètre	54	40
	Conductibilité électrique	0,80	0,80
Poids	Poids du câble par kilomètre	5 *kg*	6,14 *kg*

Ces câbles sont légers, comme on le voit, et un seul opérateur peut facilement dévider une bobine de 500 *m* de ce conducteur. On réunit les extrémités de chaque longueur de câble de 500 *m*, au moyen d'un serre-fils à deux bornes.

S'il s'agit maintenant de communiquer temporairement entre deux points désignés d'avance, il est plus simple d'établir une ligne à conducteur unique entre ces deux points et de faire aboutir ce conducteur, à ses deux extrémités, à une prise de contact. On peut ainsi installer rapidement un poste portatif et établir la communication dans un espace de temps très court.

La principale condition à remplir, c'est d'avoir un poste portatif peu coûteux et d'un poids très restreint. C'est dans ce but que nous avons combiné l'appareil dont la figure 9, Pl. 88 donne les vues en coupes et en plan.

Il se compose d'une boîte de $0,11m \times 0,28m \times 0,17\ m$, renfermant un appareil double Berthon-Ader, une sonnerie trembleuse de petite dimension, un bouton-poussoir, une bobine d'induction et un com-

mutateur. Le tout ne pèse que 2,400 *kg*. En dehors de la boîte sont fixés, d'une part, deux crochets-conjoncteurs servant à prendre communication avec la ligne et la terre au moyen d'une clef spéciale attachée à un cordon souple ; d'autre part, trois autres crochets de même forme servant à relier la pile à l'appareil.

La pile est complètement indépendante et peut être composée d'éléments secs facilement transportables ou d'éléments Leclanché ordinaires que l'on trouve dans toutes les gares.

On possède, comme on le voit, le moyen de réaliser tous les genres de communication possibles entre les divers postes des gares, de gare à gare, et d'un point quelconque de la voie avec un autre point de la voie ou avec les postes télégraphiques voisins.

En terminant cette revue des principaux emplois du téléphone aux grands réseaux des chemins de fer, nous ferons remarquer que les applications sont peut-être plus étendues à l'étranger qu'en France. Ainsi, en Angleterre, les différents postes de block-system sont reliés téléphoniquement et peuvent ainsi échanger des avis du genre de ceux dont nous donnons la liste :

Annonce de la nature du train qui a passé devant le poste.

Avis d'arrêter un train signalé par le poste en amont comme ayant une portière ouverte, un signal de queue éteint, un chargement dérangé et offrant du danger, etc.

Rectification d'une erreur dans l'indication de la nature d'un train donnée par la sonnerie du bloc.

Notification au signaleur d'avant de garer un train pour laisser passer un train plus important.

Indication préalable à une cabine placée en avant d'une bifurcation de la direction à donner au train arrivant, afin d'éviter tout retard dans la préparation de la voie.

Secours à demander aux stations en cas d'accidents de toute nature.

Demande au dépôt de machines d'une machine de secours.

Transmission de l'heure aux postes situés en pleine voie.

Annonce d'un dérangement survenu dans les appareils du block-system, etc., etc.

État actuel de la téléphonie sur les grands réseaux français.

Ainsi que nous venons de le montrer, par l'examen des principales applications déjà réalisées sur les grands réseaux français et par l'énoncé de celles qui pourront être réalisées plus tard, le téléphone est destiné à jouer un rôle important dans l'exploitation des voies ferrées. Le nombre des appareils actuellement en service a considérablement augmenté depuis qnelques années. Ainsi, à l'occasion d'une communication faite en 1889 à la Société Internationale des Électriciens sur les applications de l'électricité à l'exploitation des voies ferrées, nous avions recherché quels étaient, à cette époque, les nombres de postes télégraphiques et de postes téléphoniques,

Nous avions trouvé qu'il existait sur les sept grands réseaux français environ :

5 000 postes télégraphiques ;

700 postes téléphoniques.

Le nombre de ces derniers était, par conséquent, sept fois moindre que celui des postes télégraphiques.

Depuis 1889 le nombre des postes télégraphiques en service n'a pas sensiblement augmenté ; il n'en est pas de même de celui des postes téléphoniques, et la situation actuelle est approximativement la suivante :

5 200 postes télégraphiques ;

1 210 postes téléphoniques.

Ces derniers ne sont plus qu'en nombre 4,3 fois moindre que les postes télégraphiques.

On a généralement reconnu la nécessité du double fil. Les Compagnies du Nord, de P.-L.-M., de l'Est et d'Orléans qui avaient tout d'abord installé leurs téléphones au simple fil, ont adopté les lignes à deux conducteurs en fil de bronze silicieux ou phosphoreux de 1,5 à 2 *mm* de diamètre, à 98 0/0 de conductibilité, sauf dans le cas où ces postes sont placés sur les sections de ligne à faible trafic, dans les stations, haltes, etc., auquel cas ils sont reliés sur le fil télégraphique omnibus généralement constitué d'un seul conducteur en fer de 3 *mm* de diamètre. Il en est de même de ceux de ces postes placés en pleine voie et qui servent de postes de secours, et enfin des postes téléphoniques annexés au télégraphe, ainsi que nous en avons donné un

exemple en décrivant les installations réalisées sur une partie de la ligne de Vincennes.

La Compagnie de l'Ouest et celle du Midi ont conservé pour toutes leurs communications téléphoniques de gares le simple conducteur en fer de 3 *mm* de diamètre avec retour par la terre.

II. — EMPLOI DU TÉLÉPHONE DANS LES COMPAGNIES SECONDAIRES

Nous avons vu que, sur les grands réseaux, l'emploi du téléphone est soumis à certaines restrictions et ne peut être substitué au télégraphe Morse pour assurer la transmission de tous les ordres et avis intéressant la sécurité de l'exploitation.

Il n'en est pas de même pour les petites lignes. Il est maintenant admis que, dans ce cas particulier, le téléphone peut remplacer complètement le télégraphe, l'exploitation de ces lignes se faisant dans des conditions spéciales.

Le télégraphe à cadran et encore moins le télégraphe Morse, qui exigent des installations coûteuses, ne conviennent aux lignes à faible trafic ne desservant que des localités peu importantes, où les stations ne sont que de simples haltes situées souvent en face d'estaminets dont les tenanciers doivent assurer le service de l'échange des marchandises. Il fallait quelque chose de plus simple, de plus expéditif que le télégraphe, d'un fonctionnement sûr et néanmoins à la portée des agents peu instruits appelés à en faire usage. Le téléphone répond seul à ces exigences.

Nous donnerons comme exemples l'application faite :

1° En Belgique, sur les chemins de fer à petite section ;

2° En France, sur le réseau de la Compagnie Meusienne de chemins de fer.

Application du téléphone sur les chemins de fer belges à petite section.

M. Piérard, Ingénieur des télégraphes, à Bruxelles, a publié une étude intéressante sur l'application du téléphone aux chemins de fer belges à petite section ; c'est de cette étude que nous avons extrait les renseignements qui suivent :

Cet Ingénieur fait remarquer que le téléphone a été appliqué systématiquement, pour la première fois, le long des voies ferrées à l'usage exclusif des besoins du service de ces voies, en Belgique.

La figure 9, Pl. 88 donne le tracé des lignes téléphoniques desservant les tramways du Nord d'Anvers et du Sud de Bréda.

Sur les chemins de fer économiques belges, les stations sont généralement de simples haltes, sans bâtiment ou locaux spéciaux. Un café voisin de la halte constitue la station. C'est donc généralement dans une salle réservée du café qu'est installé le téléphone. Ce dernier est enfermé dans une boite munie d'une serrure.

Chaque poste comporte un microphone, deux téléphones récepteurs et une sonnerie magnéto-électrique pour les appels.

Tous les postes d'une même ligne sont montés en série sur un seul circuit, ce qui présente plus d'avantages qu'un montage en dérivation, car avec ce système on n'a besoin d'avoir qu'un seul type d'appareils.

L'expérience a montré qu'il était possible d'embrocher jusqu'à 12 postes dans le même circuit sans rendre la réception téléphonique trop précaire et que l'on pouvait même converser pratiquement entre les postes terminus d'une ligne de 59 *km* de longueur comprenant 18 postes.

Quand les circuits sont fortement chargés, les postes intermédiaires communiquent entre eux dans de très bonnes conditions ; la communication devient d'autant moins bonne qu'on approche davantage des extrémités.

Les signaux d'appel des divers postes embrochés ont été constitués par des roulements de sonnerie combinés suivant le code Morse, c'est-à-dire par une succession de sonneries brèves et longues.

Les préposés se rendent à leur appareil seulement quand c'est leur poste qu'on appelle.

La trop grande complication des appels n'est pas à craindre, puisque avec deux signaux (une brève et une longue) et une seule répétition on a 2 signaux ; avec deux répétitions on a 2^2 ou 4 signaux ; avec trois répétitions on a 2^3 ou 8 signaux, soit en tout $2 + 4 + 8 = 14$ signaux, ce qui est largement suffisant puisque le nombre des postes embrochés atteint au plus 12.

En résumé, on peut traiter une succession de postes téléphoniques comme des postes télégraphiques desservis par un fil omnibus, et on peut, dans certains cas, réunir par des fils directs les postes principaux, ce qui a pour double avantage d'améliorer la transmission entre ces postes principaux et de permettre des

communications au cas où l'un des circuits viendrait à être interrompu.

On peut objecter à ce système qu'il permet à tous les postes d'écouter les communications qui s'échangent entre deux d'entre eux, mais comme il ne s'agit ici que de messages de service sans intérêt pour les tierces personnes, cet inconvénient n'est pas grave.

Les appareils sont montés au simple fil par mesure d'économie ; on emploie le double fil seulement quand la chaussée empruntée par le chemin de fer vicinal est longée par des fils télégraphiques; on évite alors l'induction en croisant les deux conducteurs, comme nous l'avons expliqué plus haut.

On avait fait usage, dès le début, de fils de fer de 0,003 *m* de diamètre, mais on emploie maintenant le fil de bronze phosphoreux de 0,0016 *m* de diamètre à 95 0/0 de conductibilité, avec lequel on peut avoir des portées de 90 à 120 *m*. Nous avons signalé l'inconvénient que présente ce fil dans les pays froids; pendant l'hiver, il se recouvre d'une couche épaisse de glace qui amène sa rupture; aussi, en Belgique, l'a-t-on remplacé par du fil de bronze à 30 0/0 seulement de conductibilité électrique, ayant une résistance mécanique double de celle du fil à 95 0/0 de conductibilité électrique.

Un autre inconvénient du fil de bronze, qu'il est intéressant de signaler, c'est qu'il tente les voleurs ; ceux-ci n'hésitent pas à couper les lignes pour s'approprier un métal qui vaut 2,50 *f* le kilogramme ; aussi a-t-on imaginé d'oxyder le bronze pour lui donner l'apparence de l'acier.

Il est également assez curieux de noter que des personnes malveillantes cassent, à coups de pierre, les isolateurs des lignes téléphoniques, lesquels étant en porcelaine blanche se voient facilement et constituent un but facile à atteindre. On a donc remplacé ces isolateurs par d'autres colorés en gris au moyen d'un silicate approprié faisant partie de l'émail des cloches. On a constaté que ces nouveaux isolateurs étaient bien moins fréquemment brisés que ceux en porcelaine blanche. Sur les lignes où cette substitution ne suffit pas à empêcher les bris, on en est réduit à employer des isolateurs blindés, constitués par une simple cloche en porcelaine recouverte extérieurement par une cloche en fonte malléable galvanisée, fixée au moyen de plâtre.

Les quatre lignes téléphoniques du réseau aboutissent toutes à Merxem, où est installé un poste central ; la ligne de Lillo se dé-

tache de celle de Bergen op Zoom, à la première station après Merxem, ainsi que le montre la carte.

La station de Merxem, ainsi que la station tête de ligne de la ligne de Lillo sont pourvues de postes téléphoniques à plusieurs directions, ayant par conséquent un tableau avec annonciateurs et commutateurs.

Il est inutile de donner ici une description détaillée des organes de ces postes, notre collègue, M. Bernheim, devant vous montrer tout à l'heure les dispositions à l'aide desquelles on réalise la mise en communication de diverses lignes aboutissant à un poste central.

Sur les voies ferrées pourvues de postes téléphoniques en Belgique, les distances de ces postes sont en moyenne de 3 250 *m*.

Le nombre total des postes existant sur les chemins de fer économiques belges est de 197 ; la longueur totale des lignes est de 1 088,318 *km*, dont 275,397 *km* en fils de fer et 812,921 *km* en fils de bronze.

Application du téléphone sur les chemins de fer à voie étroite de la Meuse (France).

Un deuxième exemple d'application du téléphone à l'exploitation des petites lignes nous est fourni par la Compagnie Meusienne de chemins de fer, dont le siège social est à Bar-le-Duc.

Cette Compagnie a un réseau de 155 *km*, comprenant trois lignes :

1° La ligne de Bar-le-Duc à Vaubecourt et Clermont, en Argonne ;

2° La ligne de Beauzée à Verdun (en construction) ;

3° La ligne d'Haironville à Triaucourt, dont la figure 11, Pl. 88 donne le tracé.

Les lignes actuellement en exploitation ont une longueur totale de 117 *km*.

Le téléphone est exclusivement employé sur ces lignes, sauf sur la section de Revigny à Haironville, d'une longueur de 27 *km*.

Le siège de l'administration est relié à l'ensemble du réseau. Les gares principales (marquées sur la carte par un gros point noir) possèdent seules des postes ; ceux-ci au nombre de onze pour un développement de lignes de 91 *km*.

Les postes téléphoniques, exclusivement magnétiques, sont montés en série sur un seul conducteur constitué d'un fil de fer de 3 *mm* de diamètre.

La figure 12, Pl. 88 donne le schéma de montage d'un poste

intermédiaire auquel aboutissent les deux lignes de droite et de gauche. Le poste intermédiaire se compose d'un téléphone transmetteur, de deux téléphones récepteurs, et d'un appel mixte, c'est-à-dire d'un appel phonique et d'un appel par sonnerie magnétique. Ces deux sortes d'appel se font en imprimant un mouvement de rotation rapide, à l'aide d'une manivelle, à une petite machine magnéto dont le courant réagit sur une sonnerie polarisée, située dans le poste correspondant, lorsqu'on appuie sur un bouton. Si, au contraire, on imprime le mouvement de rotation à la magnéto en pressant sur un autre bouton, comme on fait tourner en même temps une roue à interruptions, on provoque dans le récepteur du poste correspondant une série de vibrations qui sont amplifiées par un cornet.

Le poste intermédiaire, auquel aboutissent les deux lignes, susdites, est également muni de deux annonciateurs à sonnerie de pile ordinaire. Ces annonciateurs sont disposés de telle sorte que le poste intermédiaire ayant mis en communication les deux postes qui aboutissent à son appareil puisse écouter la conversation qu'ils échangent, en mettant ses récepteurs en dérivation.

Tous les appareils d'un poste sont enfermés dans un coffre transportable.

Dans certaines gares non pourvues de logement, il existe non seulement un poste à la gare, mais aussi au domicile du chef de gare.

Enfin, outre les postes téléphoniques installés à demeure dans les stations, tous les trains portent dans leur fourgon un appareil téléphonique mobile permettant, en cas de détresse, d'établir une communication entre les deux postes voisins, en moins de trois minutes.

Le schéma de la figure 12, Pl. 88 donne la vue de ce poste mobile composé des mêmes appareils qu'un poste terminus. La boîte qui contient ces appareils mesure $0,22 \times 0,17 \times 0,19$ et pèse 6,120 *kg*. Les deux récepteurs sont montés sur une courroie agencée pour que l'application puisse être faite aux oreilles sans qu'on ait besoin de se servir de ses mains pour les maintenir. *(Voir fig. 13, Pl. 88.)*

Les dessins de la figure 13, Pl. 88 donnent les vues en élévation, en plan et en coupe de ce poste portatif qui est relié au fil de ligne au moyen d'un conducteur fixé à une perche en bambou démontable, munie d'une pince en cuivre. Cette pince, à laquelle est attaché le fil, sert à le suspendre au conducteur aérien. La

terre est prise au rail par une pince en cuivre ou en enfonçant dans le sol une fiche métallique.

Avec le poste de secours, on peut envoyer un courant d'induction qui actionne la sonnerie magnétique des postes voisins. Ce poste de secours ne peut lui-même recevoir que des appels phoniques.

Le téléphone est employé sur le réseau meusien des chemins de fer à la transmission des dépêches intéressant la circulation et la sécurité des trains.

Les dépêches de cette nature sont inscrites sur un carnet et collationnées par répétition. Il n'est pas tenu note des autres dépêches de service ou des avis de départ des trains qui sont donnés de gare en gare.

L'appel phonique adopté pour certains postes de ces petites lignes de la Meuse serait, croyons-nous, insuffisant dans la plupart des applications du même système qui pourraient être faites sur les lignes de chemins de fer, car il faut prêter une oreille attentive pour percevoir le bruit produit par les vibrations du téléphone récepteur, malgré le renforcement dû au cornet placé sur le téléphone.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE TECHNIQUE DES APPAREILS

Par M. Edmond BERNHEIM

Dans la première partie de cette communication, M. G. Dumont, Ingénieur, chef des Services techniques de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, a parlé de l'emploi des téléphones dans les chemins de fer ; nous allons maintenant donner quelques détails sur les postes employés et sur les différents accessoires destinés à les compléter.

Les appareils téléphoniques employés dans les Chemins de fer sont de deux sortes : les appareils microphoniques et les appareils magnétiques.

Les appareils magnétiques sont peu employés, étant donné qu'ils ne peuvent pas être utilisés sur les lignes d'une certaine étendue ; nous n'en dirons donc que quelques mots à la fin de cette communication.

Les appareils microphoniques, au contraire, sont très employés et, parmi eux, celui dont l'usage est le plus courant, est le transmetteur Ader. Nous donnerons donc une description très complète du transmetteur Ader, et nous passerons rapidement en revue les autres types de transmetteurs, car les principes sur lesquels repose leur construction sont les mêmes et ils n'en diffèrent que par des détails.

En téléphonie comme en télégraphie on emploie, pour relier deux postes, des *lignes directes* et des *lignes omnibus*.

Les premières ont pour but de relier deux postes, sans intermédiaire entre eux ; les autres de relier un certain nombre de postes par la même ligne ou des lignes différentes de leur permettre de communiquer à volonté l'un avec l'autre et, au besoin, de mettre ces postes en communication directe l'un avec l'autre.

Ligne directe. — Lorsque deux postes sont reliés par une ligne téléphonique directe, il faut à chaque poste établir un poste simple. Comme nous l'avons dit plus haut, nous prendrons comme type de poste simple, le transmetteur Ader.

Le Transmetteur Ader comprend trois circuits bien distincts :

1° Le circuit microphonique ou circuit inducteur ;
2° Le circuit de transmission ou circuit induit ;
3° Le circuit d'appel.

Avant de parler de ces trois circuits, nous donnerons quelques explications sur les organes principaux qui les constituent et qui sont :

Le microphone Ader proprement dit ;
La bobine d'induction ;
Le récepteur Ader ;
Et accessoirement, la sonnerie d'appel.

Microphone Ader (fig. 14). — Il se compose d'une planchette en sapin fixée sur un pupitre en bois et inclinée d'environ 10° sur l'horizon ; sur la face interne de cette planchette, sont fixées dans un plan vertical trois réglettes de charbon de cornue, B, C, D, comprenant entre elles dix crayons horizontaux également en charbon de cornue A, et groupés en deux séries de cinq. Les réglettes et les crayons ne sont pas assemblés d'une manière rigide : ils jouent les uns dans les autres et constituent ainsi une série de contacts imparfaits. On conçoit que si on ferme le circuit d'une pile à travers ce microphone et si on vient à faire vibrer la planchette, on modifiera les contacts et, par suite, la résistance électrique du microphone ; par conséquent, le circuit se trouvera traversé par des courants d'intensité variable.

Bobine d'induction. — Elle se compose d'une bobine en buis dont le noyau est formé par un faisceau de fils de fer doux, et sur laquelle sont enroulés deux fils, l'un assez court et peu résistant, qu'on désigne sous le nom de gros fil ou fil inducteur. l'autre très long et très résistant qu'on désigne sous le nom de fil fin ou fil induit.

Le gros fil est placé dans le circuit fermé par la pile et le microphone Ader. Chaque fois que le courant traversant le circuit dont nous avons parlé à propos du microphone change d'intensité, le gros fil se trouve parcouru par des courants tantôt crois-

sants tantôt décroissants ; par suite des phénomènes de l'induction, le fil fin sera parcouru par des courants beaucoup plus courts, mais aussi beaucoup plus puissants que les premiers.

Récepteurs Ader. (Description du récepteur Ader n° 3, le plus communément employé.) — Le récepteur Ader n° 3 se compose d'un électro-aimant à deux bobines, dont les noyaux sont fortement aimantés. L'armature est formée d'une plaque de fer doux. Si le fil de l'électro est parcouru par des courants variables, le champ magnétique des noyaux va se trouver modifié et, par suite, le degré d'attraction de l'armature, ce qui donnera lieu à des attractions et des répulsions, c'est-à-dire à des vibrations de cette armature. Si les courants variables correspondent aux vibrations du son, l'armature reproduira les mêmes vibrations.

Sonneries d'appel. — Elle est pareille aux sonneries d'appartement que tout le monde connaît, avec cette différence que les bobines ont une certaine résistance, variable selon la longueur de la ligne et le groupement des appareils.

Disposition de l'appareil (fig. 15) (1). — L'appareil comporte : un microphone Ader, une bobine d'induction, deux récepteurs Ader.

Ces organes sont montés dans une boîte qui est disposée de manière à constituer les trois circuits distincts dont nous avons parlé plus haut. L'appareil porte en outre huit bornes : les deux bornes L dites de ligne, que l'on vient relier aux deux fils de ligne ; les deux bornes S, dites de sonnerie, que l'on relie aux fils allant à la sonnerie d'appel ; les deux bornes PT de pile microhpone reliées à la pile microphone ; enfin, les bornes PS reliées à la pile d'appel.

Circuit microphonique. — Il comprend la pile microphone, le microphone et le gros fil de la bobine d'induction. Au repos, ce circuit est coupé, ce n'est qu'au moment de la transmission qu'il se ferme ainsi que nous le verrons plus loin.

Circuit de transmission. — De même que le précédent, ce circuit n'est fermé que pendant la durée de la transmission ; il part d'une des bornes de ligne, traverse le fil fin de la bobine d'induction,

(1) A bouton d'appel. — B bobine d'induction. — C commutateur automatique. — M microphone. — R récepteurs. — P paratonnerre. — L bornes de ligne. — S bornes de sonnerie. — PT Bornes de pile microphone. — PS bornes de pile d'appel.

les deux récepteurs, et va rejoindre ensuite la seconde borne de ligne. On conçoit que si, par les bornes de ligne arrivent des courants vibratoires, et si le circuit de transmission est fermé; ces courants se trouveront reproduits par l'armature des récepteurs. Si, au contraire, le fil fin de la bobine d'induction se trouve parcouru par des courants de cette nature (engendrés eux-mêmes par le circuit microphonique), les fils de ligne seront également parcourus par ces courants vibratoires.

Circuit d'appel. — Ce circuit n'est fermé qu'à l'état de repos de l'appareil. Il part de l'une des bornes de ligne et se rend de là à l'axe d'un petit commutateur, appelé *bouton d'appel*, qui est analogue à un bouton de sonnerie ; au repos, ce commutateur se trouve en communication avec un contact qui ferme le circuit à travers la sonnerie d'appel et la seconde borne de ligne. On voit que dans cette position, s'il arrive un courant par la ligne, ce courant traversera la sonnerie et la fera résonner, ce qui produira l'appel. Si, au contraire, on vient à appuyer sur le bouton d'appel, le circuit se ferme de la manière suivante : une borne de ligne, l'axe du bouton d'appel, le contact inférieur du même bouton, la pile d'appel et la seconde borne de ligne. Donc tout le temps qu'on maintiendra le bouton d'appel abaissé, on fermera la pile d'appel à travers la ligne.

Commutateur automatique. — Il faut maintenant montrer quel a été le moyen employé pour fermer les circuits microphonique et de transmission et couper le circuit d'appel au moment où on passe de la position d'appel à la position de transmission. On a, à cet effet, utilisé le *commutateur automatique*. Il se compose d'un levier métallique divisé en deux parties par une lame isolante I ; il est terminé à l'une de ses extrémités par un crochet sortant de la boîte du téléphone et auquel on vient au repos accrocher un des récepteurs, ce qui a pour effet de faire basculer le levier ; si on décroche le récepteur, le levier est déplacé en sens inverse par un ressort antagoniste.

L'axe du commutateur est relié en permanence à l'une des bornes de ligne ; la partie antérieure du levier, qui est en communication constante avec l'axe, vient dans sa position de repos buter contre un contact qui vient compléter le circuit d'appel ; au contraire, si on décroche le récepteur, le commutateur se relève, vient buter contre un autre contact et fermer ainsi le circuit de transmission. En même temps, la partie du levier

isolée par la lame isolante l vient buter contre deux paillettes, dont l'une est reliée à l'une des bornes de la pile microphone, l'autre à l'une des extrémités du gros fil de la bobine d'induction. Ces deux paillettes se trouvant en contact viennent ainsi, par l'intermédiaire du commutateur automatique, fermer le circuit microphonique.

Lignes au simple fil. — On peut, au lieu de relier les deux bornes de ligne chacune à un fil de ligne, n'employer qu'un seul fil de ligne et relier la seconde borne à la terre, de manière à faire le retour commun par la terre comme dans les lignes télégraphiques.

Pourtant, dans ce cas, on a à vaincre une difficulté qu'on ne rencontre pas en télégraphie : ce sont les perturbations apportées au courant de ligne par suite des effets d'induction des fils voisins. En télégraphie, ces effets sont négligeables, la durée des courants induits n'étant jamais assez longue pour agir sur les appareils télégraphiques ; en téléphonie, au contraire, où on ne transmet que des courants induits, le passage dans le voisinage de la ligne du plus petit courant, courant de lumière, courant télégraphique ou simplement courant d'une autre ligne téléphonique, est absolument nuisible à la bonne transmission.

On est donc conduit, dans la plupart des cas, à employer des lignes au double fil, car alors les courants induits prenant naissance dans chacun des fils sont égaux et de sens contraire, et par conséquent se détruisent l'un l'autre. Dans la première partie de cette communication, M. Dumont a montré quelles étaient les dispositions adoptées pour obtenir l'égalité des deux courants de sens contraire.

D'ailleurs, même au cas où on n'aurait pas à craindre le voisinage d'autres conducteurs électriques, l'induction tellurique, pour des lignes d'une certaine étendue, serait suffisante pour troubler la transmission.

Installation d'un transmetteur Ader *(fig. 17)*.

Le poste s'installe de la façon suivante :

1° L'appareil est fixé au mur par trois vis passant dans les champignons en caoutchouc disposés sur l'appareil.

Si le local est humide, il faut interposer entre les murs et l'appareil une planchette en bois ;

2° La pile est enfermée dans une boîte qui doit être placée dans un endroit sec, à l'abri de la chaleur et de l'humidité et à portée des appareils ;

3° La sonnerie est placée dans un endroit quelconque du local, en tenant compte cependant de celui le plus commode pour en entendre le son.

La ligne, la sonnerie et la pile sont reliées à l'appareil par des fils de cuivre recouverts de gutta et coton communément appelés fils de sonnerie.

Les deux bornes de la sonnerie sont reliées directement aux deux bornes marquées S de l'appareil.

Ces deux bornes se trouvent à droite et en haut de l'appareil.

La pile est reliée à l'appareil de la façon suivante :

L'appareil possède quatre bornes à la partie inférieure ; la première à gauche se relie au premier zinc de la pile ; la deuxième se relie au troisième charbon de la pile de façon à ce que, entre ces deux bornes de l'appareil, se trouve intercalée une pile de trois éléments. On relie par un petit fil de cuivre sous gutta-coton la première borne à la troisième et on relie la quatrième au dernier charbon de la pile. De cette façon, entre la première et la quatrième borne se trouve toute la pile, de même qu'entre la troisième et la quatrième.

Il faut toujours entre la première et la deuxième borne mettre trois éléments, ni plus, ni moins. Ces deux bornes correspondent en effet aux extrémités du circuit microphonique, qui est un circuit local et qui, par suite, nécessite un nombre d'éléments ne variant pas avec la résistance de la ligne.

La pile totale comprend un nombre d'éléments variable avec la résistance du circuit extérieur et avec la distance ; on compte en général trois éléments pour 50 ohms de résistance.

Les deux bornes supérieures de gauche sont destinées à relier l'appareil avec le circuit extérieur.

Si on a une ligne au double fil, chacun de ces fils vient aboutir à l'une de ces bornes indifféremment.

Si le circuit extérieur n'a qu'un fil, on relie ce fil à la première borne de gauche, la deuxième est reliée au fil de terre.

Prise de terre. — Lorsque les appareils sont mis en relation les uns avec les autres, au moyen d'une ligne au simple fil, le circuit se complète en mettant chaque appareil en communication avec la terre, qui fait alors office de fil de retour.

D'autre part, on préserve généralement les appareils téléphoniques reliés entre eux par des lignes aériennes, contre le danger d'un coup de foudre, à l'aide de paratonnerre (voir plus loin la description des paratonnerres les plus employés). Ces paratonnerres, lorsqu'ils sont frappés par la foudre, sont disposés de telle sorte qu'à ce moment la décharge, au lieu de traverser les appareils, va directement à la terre. Les paratonnerres doivent donc être tous reliés à la terre.

Dans un cas comme dans l'autre, la terre doit être prise avec beaucoup de soin, car si elle ne l'était pas, avec les lignes au simple fil, la communication serait mauvaise, et, dans le cas d'emploi de paratonnerres, la protection serait inefficace et même dangereuse.

Dans les endroits où se trouvent des conduites d'eau ou de gaz en plomb, on se sert de ces conduites pour prendre terre *(fig. 18)*. Dans ce cas, le fil conducteur venant, soit de l'appareil (ligne au simple fil), soit du paratonnerre (lignes aériennes), est généralement un petit câble composé de trois fils de cuivre nu tressés ensemble.

On enroule plusieurs fois ce conducteur autour de la conduite d'eau ou de gaz après avoir eu soin de décaper cette conduite à l'endroit où vient s'enrouler le petit câble.

Lorsque le fil de terre est ainsi enroulé, on le fixe solidement sur la conduite à l'aide de soudure d'étain. Il faut avoir soin de bien serrer les spires d'enroulement sur une longueur de conduite d'environ 10 *cm*. Si on veut souder sur une conduite d'eau, il faut avoir soin de la vider, sans quoi la soudure devient impossible. Si on ne peut pas la vider, on remplace la soudure par un fort serrage du fil autour de la conduite.

Si on a à sa disposition une conduite d'eau et une conduite de gaz, il y a intérêt à prendre deux terres, l'une sur l'eau, l'autre sur le gaz *(fig. 19)*.

Si on n'a à sa disposition qu'une conduite d'eau en fer, on desserre un boulon de la conduite, on la nettoie sérieusement et on vient y insérer l'extrémité du fil de terre. On resserre ensuite fortement le boulon.

Si on se trouve dans un endroit où il n'y a ni conduite d'eau, ni conduite de gaz, on opère ainsi :

1° Si on est à proximité d'un cours d'eau, on vient y plonger l'extrémité du fil de terre, en laissant au fond de l'eau une longueur d'environ 2 ou 3 *m* de fil. Mais il est nécessaire que la par-

tie immergée se trouve toujours dans l'eau, quelle que soit la hauteur des eaux du cours d'eau *(fig. 20)*.

2° Si on n'a pas de cours d'eau, on creuse un puits, et si on rencontre une couche de terre humide, on y place une plaque de cuivre rouge d'environ 1 *m* de long sur 50 *cm* de large et 1 ou 2 *mm* d'épaisseur. On soude l'extrémité du fil de terre après la plaque et on comble le puits autant que possible avec de la terre humide *(fig. 21)*.

3° Enfin si l'on n'a pas de terrain humide à sa disposition, on enfonce en terre une barre de fer appointie d'environ 1,50 *m* de longueur sur 6 à 10 cm^2 de section. Si la barre de fer est ronde, un diamètre de 3 *cm* est suffisant. Si elle est carrée, elle doit avoir 3 *cm* de côté. On enroule le fil de terre autour de cette barre et on l'y soude après avoir, au préalable, étamé la partie de la barre qui doit recevoir la soudure. Il est bon de temps en temps d'arroser l'endroit où cette barre est enfoncée *(fig. 22)*.

En résumé, on ne saurait prendre trop de précautions pour assurer le contact intime du fil de terre avec le sol.

Il faut avoir soin également de bien fixer ce fil, de manière à ne pas risquer sa rupture. Généralement, on le fait descendre le long d'nn mur où il est fixé à l'aide de crochets à gaz.

Paratonnerres. — Nous avons vu plus haut que, dans les lignes aériennes, il était indispensable de protéger les appareils contre les coups de foudre qui peuvent tomber en un point quelconque de la ligne, la suivre et venir traverser, en y détruisant les appareils, le poste téléphonique.

Il existe de nombreux modèles de paratonnerres qui peuvent d'ailleurs tous se ramener à trois types principaux, savoir :

1° Les paratonnerres à pointes ;
2° Les paratonnerres à fil fin ;
3° Les paratonnerres à papier.

Paratonnerres à pointes. — Le principe de ces paratonnerres est le pouvoir des pointes, phénomène bien connu en électricité statique. La ligne, avant de se rendre dans l'appareil, traverse une plaque dont l'une des faces est munie de pointes ; vis-à-vis de ces pointes s'en trouvent d'autres, reliées à une seconde plaque qui, elle-même, est en communication avec la terre.

En temps ordinaire, les courants traversant la ligne sont à un potentiel trop faible pour être influencés par le voisiinage des

pointes en communication avec la terre ; au contraire, au cas du passage d'une décharge atmosphérique, le potentiel croît subitement en passant dans la plaque munie de pointes, la ligne se décharge par une série d'étincelles sur les pointes placées en regard, en sorte que les appareils se trouvent préservés.

Le paratonnerre de ce type le plus employé est le paratonnerre Bertsch, dont on construit deux types, l'un renfermé dans une boîte en bois, pour être placé à l'intérieur des constructions ; l'autre, absolument étanche, destiné à l'extérieur *(fig. 23)*.

Paratonnerres à fil fin. — Le paratonnerre à fil fin comprend un fil de cuivre couvert de soie que le courant de ligne doit traverser avant de se rendre aux appareils. Si un courant trop intense arrive par le fil fin de ligne, le fil fin fond et coupe toute communication avec les appareils. Un commutateur à manette permet, d'ailleurs, à l'approche d'un orage, de mettre directement les fils de ligne à la terre, le fil fin ne servant ainsi qu'en cas d'orage imprévu.

Nous représentons figure 24 un paratonnerre à fil fin et commutateur de mise à la terre. Nous citerons encore parmi ces appareils les paratonnerres à lames et à fil fin préservateur, qui se construisent pour un nombre de directions quelconque.

Paratonnerres à papier. — Le principe de ces paratonnerres est le même que celui des condensateurs d'électricité. Ils se composent d'une plaque métallique que le courant de ligne traverse ; cette plaque se trouve vis-à-vis d'une seconde plaque reliée à la terre et n'en est séparée que par une feuille de papier paraffiné.

En temps ordinaire, le courant passe normalement dans les appareils ; mais si le courant est tel que le condensateur est chargé au delà de ce que permet sa capacité, une décharge se produit entre les deux plaques, brûle le papier et établit la communication de la ligne avec la terre *(fig. 25)*.

On construit également des paratonnerres à lame d'air.

Ce sont des paratonnerres à papier dans lesquels on a perforé la feuille de papier ; ce qui en reste sert simplement à maintenir l'écartement des deux plaques. On constitue ainsi un véritable condensateur à lame d'air, qui se décharge brusquement au passage d'un courant trop puissant.

Comme nous l'avons dit, il existe de nombreux types de paratonnerres, se rapprochant plus ou moins des types décrits, ou encore formés du groupement de plusieurs de ces types entre

eux. Nous citerons notamment le type de paratonnerre adopté par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, et qui est à pointes, à fil fin préservateur, à papier et à commutateur de mise à la terre *(fig. 26)*.

Transmetteurs autres que le transmetteur Ader.

Il existe un grand nombre de différents types de transmetteurs; mais les seuls que l'on emploie un peu couramment dans les chemins de fer sont les transmetteurs Ader, Breguet et Berthon.

Nous venons de parler du transmetteur Ader; nous dirons quelques mots des deux autres.

Le montage des différents éléments entre eux est le même que dans le transmetteur Ader, précédemment décrit; les seules modifications résident dans le microphone.

Le microphone du *transmetteur Breguet* se compose d'une planchette en sapin, sous laquelle sont fixés des charbons cylindriques montés entre trois blocs de charbon, comme l'indique la figure 27. Les communications sont les mêmes que dans le transmetteur Ader.

Le *microphone Berthon* est basé sur un principe tout différent: il se compose de deux plaques circulaires en charbon, entre lesquelles se trouvent des petites billes de charbon; les bornes de la pile microphone communiquent avec les plaques de charbon et le circuit se ferme à travers les billes. On obtient ainsi une série de contacts dont la perfection est variable et qui, par suite, laissent passer le courant avec plus ou moins d'intensité *(fig. 28)*.

Ce microphone est monté dans un boitier en ébonite. Un grand avantage de ce modèle est qu'il se monte très facilement sur une poignée portant également un récepteur Ader. Cette poignée se tient de la main gauche, et on peut, tout en suivant la conversation, prendre des notes avec la main droite *(fig. 29)*.

Outre le type de transmetteur Ader mural que nous avons décrit plus haut, il existe un type pouvant se placer sur une table et dont les connexions se font au moyen d'un cordon souple à sept conducteurs *(fig. 30 et 31)* (1).

(1) A bouton d'appel. — B bobine d'induction. — C commutateur automatique. — M microphone. — R récepteurs. — L bornes de ligne. — S bornes de sonnerie. — PT bornes de pile microphone. — PS bornes de piles d'appel.

Il existe également de ce type des transmetteurs Breguet et Berthon *(fig. 32 et 33)* (1).

Lignes omnibus.

Il existe en téléphonie deux sortes de lignes omnibus :

I. — Les réseaux téléphoniques dont toutes les lignes aboutissent à un même poste central :

a) Pouvant donner des communications directes entre les divers postes reliés;

b) Ne pouvant pas donner de communications directes.

II. — Les réseaux téléphoniques dont tous les postes se trouvent situés le long d'une même ligne et où :

a) Chaque poste peut communiquer seulement avec ses deux voisins;

b) Chaque poste peut mettre en communication ses deux voisins, et, par suite, en répétant cette manœuvre de proche en proche, deux postes quelconques peuvent communiquer entre eux.

c) Chaque poste peut appeler directement l'un quelconque des autres de la ligne.

I. — Réseaux téléphoniques dont toutes les lignes aboutissent à un même poste central.

a. — Le poste central peut donner des communications directes.

Il faut distinguer deux sortes de postes : les postes simples et le poste central.

Postes simples. — Ils sont en tout analogues à ceux dont nous avons parlé plus haut et dont le type est le transmetteur Ader. Ils peuvent, grâce au poste central, communiquer soit avec ce poste, soit avec l'un des autres postes simples qui y sont reliés ; mais d'eux-mêmes, ils ne peuvent se mettre en communication qu'avec le poste central.

Poste central. — Le poste central est relié à un certain nombre

(1) A bouton d'appel. — B bobine d'induction. — C commutateur automatique. — M microphone. — R récepteurs. — L bornes de ligne. — S bornes de sonnerie. — PT bornes de pile microphone. — PS bornes de pile d'appel. — *r* bornes des récepteurs. — *m* bornes du microphone.

de postes simples, avec lesquels il doit pouvoir se mettre en communication.

Il doit de plus pouvoir mettre en communication entre eux deux des postes simples auxquels il est relié.

En outre du transmetteur analogue à ceux décrits plus haut, le poste central comprend :

1° Des indicateurs d'appel ;
2° Des commutateurs.

1° **Indicateurs d'appel.** — Ils ont pour but de faire connaître au poste central quel est le poste simple désirant lui parler ou demandant à être mis en communication avec un autre poste simple.

Les principaux dispositifs, indicateurs d'appel, sont : la convention de sonnerie, les sonneries spéciales, les annonciateurs.

Convention de sonnerie. — Elle consiste en une sonnerie unique placée au poste central ; chaque poste appelle d'une façon particulière : par exemple, l'un par un appel bref, le second par un appel prolongé, le troisième par deux appels brefs, etc...

Sonneries spéciales. — Un autre procédé consiste en une sonnerie spéciale affectée à chaque poste simple.

Annonciateurs (fig. 34.) — C'est le plus employé de tous les dispositifs indicateurs d'appel, car c'est celui dont l'usage est le plus sûr et le plus commode. L'annonciateur se compose d'un électro-aimant A, fixé à l'intérieur d'une boîte. Sur la face antérieure de cette boîte, se trouve placé un volet P, mobile autour d'une charnière placée à sa base, et maintenu appliqué contre la boîte par un crochet terminant l'armature de l'électro. Si on vient à faire passer un courant dans l'électro, l'armature se trouve attirée et le crochet abandonne le volet qui tombe, laissant à découvert un numéro *(fig. 34)*.

En tombant l'annonciateur peut faire résonner une sonnerie qui, selon le cas, peut être intermittente ou continue.

La sonnerie est intermittente, lorsqu'elle ne résonne que quand le poste simple appuie sur son bouton d'appel ; dans ce cas c'est l'armature même de l'annonciateur qui vient fermer un circuit local comprenant une sonnerie et une pile, en butant contre un contact.

La sonnerie est continue, si elle résonne tout le temps que l'an-

nonciateur est tombé ; dans ce cas, qui est celui de la figure, c'est le volet de l'annonciateur qui ferme le circuit local, en butant contre un contact C fixé sur la boîte de l'annonciateur.

Enfin, on emploie fréquemment le commutateur I. O. C qui est un petit commutateur à manette et à trois plots ; si ce commutateur se trouve sur le plot I, la sonnerie est intermittente ; s'il est sur le plot O, la sonnerie ne résonne pas du tout et l'attention de l'employé n'est attirée que par la vue de l'annonciateur dont le volet est tombé ; enfin si le commutateur se trouve sur le plot C la sonnerie est continue.

Une vis de réglage replacée sur la boîte de l'annonciateur permet de modifier la tension du ressort antagoniste de l'armature de l'électro-aimant A et, par suite, de faire varier le courant minimum nécessaire pour faire tomber le volet.

2° **Commutateurs.** — Les commutateurs ont pour but de permettre au poste central de se mettre en communication avec un poste simple quelconque, ou de mettre en communication entre eux deux postes simples.

Ils doivent en outre être disposés en sorte que le poste central puisse, à un moment quelconque, reconnaître si les deux postes simples reliés peuvent avertir le poste central de la fin de leur conversation.

En effet, dans les lignes télégraphiques où un poste intermédiaire a à mettre en communication deux autres postes, le galvanomètre du poste intermédiaire continue à dévier tant que les postes simples communiquent, et le poste intermédiaire se trouve ainsi averti qu'il ne doit pas rompre la communication. Les courants téléphoniques, au contraire, sont de beaucoup trop faible durée pour agir sur un galvanomètre, et il faut un dispositif de fin de conversation spécial.

Les commutateurs employés en télégraphie sont :

Les commutateurs usités en télégraphie ;
Les commutateurs jack-knives ;
Les commutateurs à leviers.

Commutateurs usités en télégraphie. — Ce sont les commutateurs à manette et à plots, les commutateurs suisses et les commutateurs bavarois.

Tous ces commutateurs sont connus et ne demandent pas de description spéciale.

Les commutateurs à plots ne sont employés que dans quelques cas particuliers, car ils ne permettent généralement pas de monter facilement les indicateurs d'appel, ce qui permet bien au poste central d'appeler les postes simples, mais empêche les postes simples d'appeler le poste central *(fig. 35)*.

Les commutateurs suisse et bavarois, très employés au début de la téléphonie, sont aujourd'hui complètement abandonnés par suite de l'invention de commutateurs plus parfaits, et en raison de la complication de leur manœuvre et de leur prix de revient assez élevé.

Commutateurs jack-knives. — Nous décrirons d'abord les commutateurs jack-knives employés dans les lignes au simple fil, et nous dirons ensuite quelques mots de ceux employés dans les lignes au double fil.

Le commutateur jack-knife simple fil se compose simplement d'une plaque métallique P, percée de deux trous 1 et 2 *(fig. 36)*. Chacune des lignes L reliées au poste central communique avec une telle plaque. Le commutateur est complété par des cordons à un conducteur C, recouverts de soie tressée et munis à chacune de leurs extrémités d'une fiche métallique F *(fig. 37)*.

En outre, la borne de ligne du transmetteur du poste central, qui, dans le cas d'une installation de ligne directe, serait reliée au fil de ligne, se trouve reliée à un cordon sous soie muni d'une fiche F1 *(fig. 38)*.

On comprend que, si on vient à enfoncer cette fiche dans l'un des trous d'un jack-knife, on établit la communication entre le poste central et le poste simple correspondant au jack-knife où l'on a placé la fiche; si, au contraire, on vient à enfoncer les deux fiches d'un cordon à deux fiches dans deux jack-knives différents, on relie électriquement les deux postes correspondants.

On voit que, quand on a ainsi mis deux postes en communication, il reste à chaque jack-knife un trou disponible; le poste central peut, en mettant sa fiche dans ce trou, se placer en dérivation sur la ligne et écouter si les deux postes parlent encore entre eux. En outre, un dispositif spécial permet de laisser en permanence un annonciateur en dérivation sur la ligne reliant les deux postes simples, qui peuvent l'un ou l'autre faire tomber le volet de cet annonciateur, en envoyant dans la ligne le courant d'appel; et, de cette manière, on sera averti de la fin de la conversation.

A cet effet, au-dessus de la plaque métallique P de chaque jack-knife, se trouve un contact C, relié à l'annonciateur correspondant A et isolé de la plaque P. Une lame de ressort R est en communication avec la plaque P et le contact C, en sorte qu'elle vient fermer le circuit de ligne à travers l'annonciateur. Si on enfonce la fiche du cordon dans le trou de gauche 1 du jack-knife, rien n'est changé aux connexions et l'annonciateur reste en dérivation sur la ligne; si, au contraire, on vient l'enfoncer dans le trou 2. une pièce isolante B repousse la lame de ressort et rompt son contact avec l'annonciateur A. L'annonciateur est donc ainsi mis hors circuit.

Donc, quand un poste intermédiaire met en communication deux postes simples, il lui suffit d'enfoncer une des fiches dans le trou de droite du premier jack-knife; l'autre, dans le trou de gauche de l'autre; l'annonciateur correspondant au jack où le trou de gauche est occupé reste en déviation, et son volet tombe si l'un des postes simples, appuyant sur le bouton d'appel, envoie un courant assez énergique dans la ligne.

Le commutateur jack-knife double fil est absolument analogue à celui au simple fil, avec cette différence qu'au lieu d'une plaque percée de deux trous, il y en a deux, fixées l'une sur l'autre et séparées par une matière isolante; chaque plaque est reliée à l'un des fils de ligne du poste correspondant; la fiche est elle-même formée de deux parties concentriques, isolées entre elles, qui, quand on vient enfoncer la fiche dans le jack, viennent chacune en contact avec l'une des plaques, c'est-à-dire avec l'un des fils de ligne *(fig. 41 à 44)*.

Comme précédemment, l'une des plaques est munie d'une lame de ressort, permettant de laisser un annonciateur en dérivation.

Le type de commutateur jack-knife que nous venons de décrire est le plus communément employé; il existe outre cela d'autres types, tels que les commutateurs jack-knives système Bailleux : les commutateurs Sieur, les commutateurs de multiple, etc., que nous citons pour mémoire.

Ces commutateurs ne sont pas forcément à deux trous, mais ils sont toujours disposés pour permettre d'intercaler un annonciateur de fin de conversation.

Commutateurs à leviers (fig. 45). — Deux lames de ressort R1, R2 sont reliées chacune à l'un des fils de ligne allant au poste simple; au repos, chaque lame bute contre un contact relié à l'annoncia-

teur correspondant A, ce qui permet au poste simple considéré d'appeler; si, au contraire, on vient à abaisser un levier fixé sur la boîte contenant les deux lames de ressort, ces dernières, solidaires de son mouvement (grâce à des pièces isolantes interposées), viennent buter contre deux contacts reliés aux bornes de ligne de l'appareil du poste central, ce qui permet à ce poste de communiquer avec le poste simple.

Pour mettre en communication deux postes simples, il suffit d'abaisser les leviers correspondant à ces deux postes; le poste central reste en dérivation. Pour que ce dernier soit averti de la fin de la conversation, les deux bornes de sonnerie de ce poste sont reliées à un annonciateur spécial F, qui tombera si l'un des postes simples reliés vient à envoyer un courant assez puissant dans la ligne.

Les commutateurs à leviers permettent de faire de nombreuses combinaisons entre divers postes reliés, telles, par exemple, avec un seul levier, de relier deux postes simples avec le poste central.

Pour ces combinaisons, on augmente naturellement le nombre de lames ou de contacts des commutateurs. On se sert également des commutateurs à leviers dans les commutateurs multiples, actuellement d'un usage si répandu.

L'inconvénient des commutateurs à leviers est qu'on ne peu généralement pas donner plus d'une communication à la fois par un même tableau, car tous les contacts inférieurs des lames de ressort sont en communication, en sorte que si on abaissait plus de deux leviers, tous les postes correspondants seraient en communication. Généralement, quand on veut pouvoir donner plusieurs communications, on établit plusieurs séries de leviers correspondant chacune à un circuit distinct.

M. Pinel, contrôleur du service télégraphique des Chemins de fer de P.-L.-M., a inventé récemment un système de tableaux à leviers à positions multiples, appelé à rendre les plus grands services. Chaque levier peut prendre un certain nombre de positions différentes.

Dans le type à quatre positions, si les leviers sont dans leur première position, les annonciateurs se trouvent en communication avec les lignes correspondantes, en sorte que, si un poste vient à appeler, son annonciateur tombe; la seconde position permet au central de se mettre en communication avec l'un quelconque des postes simples; si on place deux leviers dans la troisième position, on met les deux postes correspondants en communication et on

laisse un annonciateur en dérivation; enfin, la quatrième position permet de mettre en même temps deux autres postes en communication et de laisser également un annonciateur en dérivation.

Réseaux téléphoniques comprenant plusieurs postes centraux. — On peut, en groupant ensemble un certain nombre de réseaux téléphoniques à poste central, obtenir des combinaisons facilitant notablement la mise en communication.

Supposons, par exemple, qu'on ait à relier entre eux six postes A, B, C, D, E, F (*fig. 46*).

On place à chaque poste un poste central à cinq directions permettant à ce poste d'appeler chacun des cinq autres.

On peut ainsi, sans déranger personne, se mettre soi-même en communication avec le poste qu'on désire.

Il peut également arriver que chaque poste n'ait pas besoin de communiquer avec chacun des autres. C'est le cas de l'installation représentée figure 47. Il y a sept postes à desservir, A, B, C, D, E, F, G. Le poste A est à six directions et communique avec chacun des autres postes.

Le poste B n'est qu'à cinq directions; il ne peut communiquer avec G que par l'intermédiaire de A.

E et C sont chacun à trois directions; ils peuvent communiquer entre eux et avec A et B.

D et F sont chacun à deux directions; ils ne peuvent communiquer qu'avec A ou B.

Enfin le poste G ne peut communiquer qu'avec A.

Ce système est fréquemment employé pour relier entre eux les bureaux d'une même administration, car dans ce cas les frais de construction des lignes ne sont pas très importants à cause de leur faible étendue. Il serait tout à fait impraticable si la longueur des lignes augmentait, car les frais de premier établissement deviendraient immenses s'il fallait relier tous les postes deux à deux.

b. — Le poste central ne peut pas donner de communications directes.

Il peut être très utile, particulièrement dans les chemins de fer, d'empêcher un poste de donner des communications directes. On évite ainsi qu'un agent, chargé de transmettre un ordre, ne se décharge de sa responsabilité en permettant aux deux postes entre lesquels il sert d'intermédiaire de communiquer directement entre eux.

On emploie généralement les mêmes types d'appareils que ceux décrits plus haut, aussi bien aux postes simples qu'au poste central.

Commutateur jack-knife. — La seule modification qu'on ait fait subir à ces appareils consiste dans la suppression des cordons à deux fiches dont est muni le poste central. Ce dernier n'a alors qu'un cordon à une fiche, lui permettant bien de se mettre en communication avec l'un quelconque des postes simples reliés, mais empêchant toute communication directe.

Commutateurs à leviers. — Les figures 48 et 49 montrent différentes combinaisons de ces commutateurs.

La figure 48 montre la disposition d'un poste central à trois directions, ne pouvant pas donner de communications directes.

Si un poste appelle, le courant passe par l'annonciateur, le fait tomber et avertit le poste central. L'employé de ce dernier poste abaisse son levier et se met en communication avec le poste appelant ; supposons que ce poste soit le poste 2. Le poste central abaisse alors le levier et on peut voir, en suivant les communications, que les bornes de ligne du poste central sont directement reliées aux fils de ligne allant au poste 2. Si maintenant le poste central vient à abaisser un autre levier, par exemple le levier 3, il restera toujours en communication avec le poste 2 ; mais il ne reliera pas 2 et 3.

La figure 49 montre la disposition d'un seul levier commandant deux postes.

Le levier étant levé, le poste central se trouve en communication avec le poste 2 ; le levier étant au contraire abaissé, le poste central se trouve en communication avec le poste 1. De plus, une sonnerie spéciale est affectée à chacun des deux postes reliés, en sorte que le central peut reconnaître quel est celui qui l'appelle ; on pourrait d'ailleurs remplacer les deux sonneries par des annonciateurs et une seule sonnerie fonctionnant en local.

II. — **Réseaux téléphoniques dont tous les postes sont situés le long d'une même ligne.**

a. — Chaque poste peut communiquer seulement avec ses voisins.

Ce cas revient à placer en chaque poste un poste central à deux directions ne pouvant pas donner de communications di-

rectes. Les ordres peuvent ainsi être transmis de proche en proche, d'un bout à l'autre de la ligne.

Un dispositif qui est tout indiqué pour ce cas particulier est celui d'un seul levier commandant deux postes.

b. — Chaque poste peut mettre en communication ses deux voisins.

La disposition est encore la même, avec cette différence que le poste central peut en chaque point donner des communications directes.

Le figure 50 représente la disposition d'un poste, constitué de cette manière. C'est un poste central à deux directions avec annonciateurs jack-knives et cordon à deux fiches.

c. — Chaque poste peut appeler directement l'un quelconque des autres de la ligne.

Il existe un assez grand nombre de dispositifs permettant de réaliser cette combinaison.

Nous en décrirons cinq pris parmi les plus employés.

Ce sont :

1° L'appel direct ;
2° Les annonciateurs polarisés ;
3° Le rappel par inversion ;
4° Les relais Ader ;
5° Le rappel omnibus Bréguet.

1° Appel direct.

Considérons trois postes A; B, C placés sur une même ligne et reliés par les fils 1 et 2 *(fig. 51)*.

Au poste B se trouve un relais composé d'un électro-aimant, dont les deux extrémités de l'enroulement sont reliées, l'une *a*, au fil 1 ; l'autre *b*, au fil 2.

Au poste C se trouve également un relais formé d'un électro-aimant. Ce relais n'est pas monté de la même façon que celui du poste B. La bobine porte deux enroulements, *cd* et *ef* ; *cd* est relié en *c* au fil 1, en *d* à la terre ; *ef* est relié, en *e* au fil 2, en *f* à la terre.

Supposons qu'en A se trouve une pile et que nous reliions le pôle positif de cette pile au fil 3, son pôle négatif au fil 1. Le circuit se ferme d'une part par le relais de B, le courant traversant l'enroulement *ba ;* ce courant aimante l'électro et le relais fonctionne en

faisant retentir une sonnerie locale. Au poste C, le courant arrive en *e*, parcourt cet enroulement suivant *ef*, puis le second suivant *dc:* donc le courant entoure deux fois la bobine de l'électro-aimant du poste C, et les deux fois en sens contraire ; il est donc sans action sur le noyau, car les deux effets s'annulent.

Si donc on relie chacun des pôles de la pile A à l'un des fils 1 ou 2, le relais de B fonctionnera seul et A pourra de cette façon appeler B sans déranger C.

Si maintenant on relie chacun des fils 1 et 2 au pôle positif de la pile en A et le pôle négatif de la même pile à la terre, le courant parcourra chacun des fils 1 et 2 dans le sens A, B, C. Aucun courant ne passera par *ab*, car, pour que le circuit puisse se fermer, il faut y interposer une terre. Au contraire, au poste C, le courant traversera simultanément les deux enroulements suivant *cd* et *ef*, c'est-à-dire dans le même sens, et s'écoulera ensuite à la terre en *d* et *f*.

Donc, de cette manière, A pourra appeler C sans déranger B.

On construit donc une clef double d'appel pour le poste A ; cette clef permet, soit de relier le fil 1 au zinc et le fil 2 au cuivre et d'émettre ainsi ce qu'on est convenu d'appeler un courant d'appel métallique, parce que le circuit se ferme entièrement par les fils sans traverser la terre, soit de relier les fils 1 et 2 tous les deux au cuivre et le zinc à la terre ; on émet alors un courant dit d'appel direct.

Cette clef double est représentée figure 51.

2° Annonciateurs polarisés.

Ce dispositif est basé sur l'emploi des électro-aimants à armature polarisée et actionnés, tantôt par un courant positif, tantôt par un courant négatif.

Le principe de ces appareils est le suivant :

Si on considère un électro-aimant A *(fig. 52)* et si on envoie un courant d'un certain sens dans les bobines de cet électro-aimant, le passage du courant orientera les molécules magnétiques du noyau et engendrera à l'extrémité des noyaux deux pôles magnétiques de nom contraire. Soit 1 le pôle austral engendré, 2 le pôle boréal. Si maintenant on vient à faire passer dans les bobines un courant de sens contraire au premier, le pôle 1 deviendra pôle boréal et le pôle 2 pôle austral.

Si devant les pôles de l'électro se trouve une armature de fer

doux et si on fait passer un courant dans les bobines, l'armature sera attirée, quel que soit le sens du courant, c'est-à-dire quelle que soit la nature de l'aimantation de chacun des pôles. Si, au contraire, l'armature est un barreau d'acier aimanté, elle ne sera attirée que tant que ces pôles magnétiques se trouveront en regard de pôles de nom contraire.

Si les pôles de l'armature se trouvent en regard de pôles de meme nom de l'électro-aimant, il n'y aura aucune attraction et tout se passera comme si l'on n'avait pas envoyé de courant dans les bobines.

Les *annonciateurs polarisés* sont des annonciateurs ordinaires, dont l'armature est constituée par un barreau aimanté, au lieu d'une barre de fer doux.

Supposons un poste C *(fig. 53)* comportant un tableau et desservant deux postes montés sur une même ligne A et B. La ligne arrive au tableau du poste C par deux bornes, de là passe dans deux jack-knives croisés, comme l'indique la figure, et enfin se rend à deux annonciateurs polarisés *a* et *b* montés en dérivation et disposés : *a* pour fonctionner par le courant positif, *b* par le courant négatif.

Les sonneries des postes A et B ont leurs armatures également polarisées et fonctionnent : celle de B par le courant positif, celle de A par le courant négatif.

Enfin, les piles d'appel de A et B sont montées également pour émettre, celle de A, un courant positif, celle de B, un courant négatif. On voit donc que si A appelle, l'annonciateur *a* fonctionnera seul; si c'est B qui appelle, l'annonciateur *b* seul fonctionnera seul. Enfin, le poste C, en plaçant sa fiche dans le jack-knives *ja* ou dans le jack-knives *jb* émettra dans la direction des deux postes A et B des courants de sens contraire et, par suite, seule la sonnerie correspondant au courant émis fonctionnera. On aura ainsi très simplement résolu l'intercommunication des trois postes.

Il existe bien d'autres façons d'utiliser les annonciateurs polarisés ; ils permettent toujours de monter deux postes sur une même ligne. On peut d'ailleurs éviter la disposition des jack-knives croisés en munissant le poste C d'un inverseur de courant.

Inverseur de courant. — C'est un commutateur disposé de manière à permettre, rien que par la manœuvre d'une manette, de changer le sens du courant d'une pile *(fig. 54)*.

Il se compose de deux commutateurs manœuvrés par la même

manette. Les axes des deux commutateurs sont reliés respectivement aux pôles cuivre et zinc de la pile. A la partie supérieure sont deux bornes reliées aux fils de ligne 1 et 2.

Les commutateurs peuvent prendre deux positions différentes; lorsqu'ils se trouvent dans celle représentée en traits pleins, on voit que le zinc de la pile est relié à la borne 1 de la ligne et le cuivre à la borne 2. Si on tourne les commutateurs dans la position pointillée, le zinc de la pile est relié à la borne 2 et le cuivre à la borne 1 ; on a donc ainsi changé le sens du courant émis par la pile.

En intercalant cet appareil entre la pile d'appel et ses bornes au point C, on voit qu'on peut émettre vers A et B un courant, soit positif, soit négatif.

Annonciateurs polarisés système Aulagne.

M. Aulagne, agent de la Société générale des Téléphones, a combiné le système de l'appel direct et celui des annonciateurs polarisés pour grouper entre eux trois postes, leur permettre de s'appeler deux à deux, sans déranger le troisième et faire connaître en même temps au poste appelé quel est celui qui appelle *(fig. 55 et 56)*.

Les deux postes extrêmes comportent chacun une clef d'appel direct, et deux annonciateurs polarisés disposés pour fonctionner par l'appel direct, l'un par le courant positif, l'autre par le courant négatif.

Le poste milieu comporte également deux annonciateurs mais montés pour fonctionner par appel métallique, l'un positivement, l'autre négativement. Enfin à ce poste se trouvent deux jack-knives, permettant au poste de se mettre en communication soit avec le poste de droite, soit avec celui de gauche.

Le poste de gauche appelle le poste milieu par un courant métallique positif, et le poste de gauche par un courant d'appel direct positif.

Le poste milieu appelle chacun des postes extrêmes par un courant d'appel direct négatif, mais il a soin auparavant de relier son cordon à une fiche au jack-knife correspondant au poste, qu'il veut appeler.

Enfin, le poste de droite appelle le poste milieu par un courant métallique négatif et le poste de gauche par un courant d'appel direct positif.

On obtient ainsi d'une manière très simple l'intercommunication des trois postes.

M. Aulagne a fait construire des types spéciaux d'annonciateurs pour ces appareils. Nous en donnons ci-joint le croquis *(fig. 56)*.

Les deux annonciateurs composant un même poste sont commandés directement par un noyau commun à deux bobines se déplaçant devant deux armatures fixes.

Ce noyau bascule à droite ou à gauche suivant le sens du courant traversant les bobines, et déclenche ainsi le volet de l'un ou l'autre des deux annonciateurs qu'il commande.

3° **Rappel par inversion**. — Le principe de ce dispositif est le suivant :

Un électro-aimant polarisé en fer à cheval est relié par les deux extrémités de son enroulement aux deux fils de ligne *(fig. 57)*.

Un barreau aimanté présente entre les deux pôles de l'électro l'un de ses pôles, le pôle austral *a* par exemple. Le barreau aimanté est mobile autour d'un axe et peut se porter vers l'un ou l'autre des pôles de l'électro-aimant. Si on envoie un courant dans les bobines de l'électro, les noyaux s'aimanteront et le barreau se portera vers le pôle boréal engendré, c'est-à-dire vers la bobine B ou la bobine B_1 selon le sens du courant.

Dans ce mouvement le barreau bute contre l'un des deux contacts *c* ou c_1. En butant contre le contact c_1 rien n'est changé aux conditions existantes ; au contraire en butant contre *c*, le barreau vient fermer un circuit local de sonnerie, et produit ainsi l'appel.

Les postes à rappel par inversion ont pour but, étant donnée une ligne au simple fil sur laquelle on a à placer trois postes ABC, de permettre à chacun d'eux d'appeler l'un des deux autres sans déranger le troisième *(fig. 58* et *59)*.

Les postes A et C sont les postes terminus ; ils comprennent chacun : un rappel par inversion, fonctionnant par le courant positif, un commutateur inverseur, un appareil téléphonique.

Le poste B est le poste intermédiaire ; il comprend : un rappel par inversion fonctionnant par le courant négatif, un appareil téléphonique avec cordon à une fiche.

Les postes sont reliés au simple fil. Dans les deux postes terminus, le rappel par inversion remplace la sonnerie dans le poste milieu ; il est relié aux deux jack-knives comme le seraient des annonciateurs dans un poste central ordinaire.

On conçoit que si le poste A par exemple émet un courant d'ap-

pel positif, il fera agir le rappel par inversion de chacun des postes B et C ; mais le rappel du poste C seul est disposé pour fonctionner par le courant positif : donc, seule, la sonnerie de ce poste retentira. Si, au contraire, il émet un courant négatif, c'est la sonnerie du poste B qui retentira.

Pour changer le sens du courant d'appel les postes A et C n'ont qu'à agir sur leur inverseur de courant. Le poste B, au contraire, appele toujours positivement ; il dirige son appel vers A ou vers C en plaçant la fiche de son cordon dans l'un ou l'autre des deux jack-knives *a* ou *c*.

Enfin, si un poste est appelé, il lui suffit de décrocher son récepteur pour se mettre en communication ; le poste B peut en outre, en mettant sa fiche dans le jack *a*, couper toute communication avec le poste C et en la mettant dans le jack *c* couper toute communication avec le poste A. B pourrait d'ailleurs toujours parler avec l'un ou l'autre des deux postes C ou A sans utiliser la fiche du cordon ; mais l'autre pourrait dans ce cas suivre la conversation.

4° **Relais Ader**. — Le principe du relais Ader est inverse de celui des annonciateurs polarisés et du rappel par inversion. Il se compose d'un circuit mobile entre les pôles d'un aimant fixe *(fig. 60)*.

Le courant arrive dans le circuit mobile et, selon son sens, le fait dévier vers le pôle austral ou le pôle boréal de l'aimant.

Le circuit mobile C est porté par une tige métallique T formant commutateur. L'une des extrémités d'un circuit local de sonnerie est relié à l'axe de la tige T ; cette dernière en déviant peut venir buter soit contre le contact *a*, soit contre le contact *b* ; le contact *a* est relié à la seconde extrémité du circuit local de sonnerie. Il en résulte que si la tige T bute contre le contact *a*, elle vient fermer le circuit local et la sonnerie retentit. Si, au contraire, elle bute contre le contact *b*, le circuit reste ouvert et la sonnerie ne retentit pas.

On voit donc que le relais Ader est susceptible de remplacer le rappel par inversion car, comme lui, il permet de faire fonctionner une sonnerie soit par un courant positif soit par un courant négatif.

En outre, la masse à déplacer dans le relais Ader est très petite et, par suite, le relais Ader fonctionne sous l'action de courants très faibles.

La figure 61 représente cette disposition pour une série de quatre postes A B C D.

Les bornes de sonnerie de chaque appareil sont reliées à un relais Ader actionnant en local une sonnerie d'appel. Si un poste, le poste B par exemple, appelle, tous les relais Ader vont fonctionner et faire marcher les sonneries locales; si, en outre, on a établi une convention de sonnerie basée par exemple sur les signaux de l'appareil Morse (coups brefs et coups prolongés), le poste B indiquera quel est le poste auquel il désire parler. Ce poste n'aura alors qu'à décrocher son récepteur pour se trouver en ligne ; le poste B en fera autant et les deux postes pourront communiquer ensemble.

On peut encore utiliser avantageusement ce dispositif dans les installations où il faut pouvoir aviser en même temps toute une série de postes. Il suffit alors d'avoir un signal d'appel général ; dès qu'ils entendent ce signal, les employés de tous les postes se portent à leur appareil, décrochent les récepteurs et se trouvent tous en ligne ; ils peuvent ainsi avoir une conversation générale.

Le relais Ader peut, d'ailleurs, être construit de très faible résistance, ce qui lui permet de remplacer avec avantage même les relais ordinaires.

C'est ainsi qu'il est appliqué sur les lignes de Paris à Marseille pour donner le signal de fin de conversation. De même la Société générale des Téléphones l'a installé sur le commutateur multiple pour 1 200 lignes à circuit entièrement métallique qu'elle vient de monter à Lille.

La Société générale des Téléphones a en outre combiné un système de postes basés sur le même principe que les postes à rappel par inversion, mais permettant d'augmenter notablement le nombre de postes reliés et s'appelant directement entre eux.

A chaque poste se trouvent deux relais Ader au lieu d'un, et il est nécessaire que chacun des deux relais composant un poste vienne buter contre un contact pour que la sonnerie fonctionne. Les relais sont disposés comme l'indique la figure 62.

L'installation comprend deux lignes complètement indépendantes et comportant chacune un relais pour chaque poste.

Si dans le fil 1 on envoie un courant +, tous les relais s'inclineront vers la gauche ; si c'est un courant négatif, ils s'inclineront vers la droite. De même pour le fil 2.

Si maintenant on envoie dans chaque fil un courant +, les re-

lais du fil 1 des postes I, II, VII viendront buter contre leurs contacts ; de même les relais du fil 2 aux postes I, III, V, VII. On voit donc qu'il n'y a qu'aux postes I et VII que les deux contacts ferment les circuits locaux et par suite que les sonneries puissent retentir.

Mais on voit que si, par exemple, l'appel est émis par le poste T, il suffira de disposer les communications à ce poste pour que le courant qu'il émet ne passe pas par les relais Ader qui s'y trouvent, et alors, en sonnant positivement dans chaque fil, le poste I appellera simplement le poste VII ; si, au contraire, c'est un poste intermédiaire qui appelle, pour éviter qu'il n'appelle simultanément I et VII, il suffit de disposer un commutateur permettant de couper la ligne dans la direction où on ne veut pas sonner.

On voit que certains postes ont un de leurs relais qui vient au repos buter contre leurs contacts : donc leur sonnerie ne retentira qu'à condition qu'il ne passe pas de courant dans le fil correspondant à ce relais.

Dans ces conditions, l'appel se fera suivant le tableau ci-après :

	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	APPELLENT													
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I. . .	»	»	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
II. . .	+	0	»	»	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0
III . .	—	0	—	0	»	»	—	0	—	0	—	0	—	0
IV . .	0	—	0	—	0	—	»	»	0	—	0	—	0	—
V. . .	0	+	0	+	0	+	0	+	»	»	0	+	0	+
VI . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»	»	—	—
VII. .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	»	»

A chaque poste se trouvent six leviers chacun correspondant à l'un des autres postes. En abaissant par exemple le levier 5, on établit les communications entre la pile et la ligne par l'intermédiaire de la clef d'appel, de telle façon qu'en appuyant sur cette clef la ligne soit parcourue par le courant voulu pour actionner le poste 5. *(Voir le croquis du poste 5, fig. 63.)*

Outre ces applications des relais Ader pour remplacer les rappels par inversion, on les a encore utilisés pour remplacer les

relais ordinaires, et cela en raison de leur faible résistance, ce qui permet d'en monter une grande quantité en tension, sans augmenter sensiblement le nombre d'éléments nécessaires.

5° **Rappel omnibus Breguet.** — Ce système a pour but de permettre l'appel direct d'un poste quelconque à un autre poste également quelconque, en n'exigeant qu'un seul fil en tout, si la terre sert de retour, et deux fils si le retour doit se faire par fil isolé ; ces résultats étant obtenus quel que soit le nombre de postes à relier.

Le principe du système est celui du télégraphe à cadran Breguet. Tous les postes sont semblables *(fig. 64)*.

Chacun d'eux comprend un poste simple ordinaire et en outre :

1 indicateur à cadran ;
1 bouton d'appel spécial ;
1 tableau sur lequel sont montés les appareils.

Les postes sont successivement réunis l'un à la suite de l'autre depuis le premier jusqu'au dernier par un seul fil, comme l'indique le croquis donné plus haut pour la disposition par relais Ader.

Si la terre sert de retour, le premier et le dernier postes sont reliés à la terre. Si le retour doit avoir lieu par fil spécial, le premier et le dernier postes sont reliés directement par un second fil parallèle au premier.

Soient 13 postes 1, 2, 3, ... 13 à mettre en communication téléphonique. Supposons un fil spécial de retour.

L'indicateur à cadran de chacun des postes comprend quinze cases numérotées, les 13 premières de 1 à 13 ; la quatorzième est marquée « occupée » et la quinzième est marquée « libre ».

Lorsque l'aiguille de l'indicateur du poste 1 est sur la case 1, elle ferme le circuit local de la sonnerie de ce poste. Lorsque l'aiguille de l'indicateur du poste 2 est sur la case 2, elle ferme le circuit de la sonnerie de ce poste sur la pile locale et ainsi de suite pour tous les postes.

Cela posé, supposons que le poste 10 veuille appeler le poste 3.

L'opérateur du poste 10 pousse trois fois sur le bouton d'appel de son appareil.

La première fois, les aiguilles de tous les postes du réseau se portent sur la case 1, et au poste 1 seul la sonnerie tinte un

coup. La seconde fois, toutes les aiguilles se portent sur la case 2, et au poste 2 seul la sonnerie tinte un coup.

La troisième fois, toutes les aiguilles se portent sur la case 3, et au poste 3 seul la sonnerie tinte aussi longtemps qu'aucune modification ne sera apportée à l'ensemble, c'est-à-dire jusqu'à ce que le poste 3 étant prévenu, la personne appelée se porte à l'appareil et pousse sur son bouton d'appel autant de fois qu'il faut pour amener les aiguilles de tous les postes indicateurs sur la case « occupée ». Dans le cas présent, onze fois; puis la conversation peut s'engager entre les postes 3 et 10.

Tous les postes sont ainsi avertis que deux postes sont en conversation et qu'ils doivent attendre pour communiquer eux-mêmes.

Dès que la conversation est terminée, le poste qui a appelé (ici le poste 10) pousse une fois sur son bouton d'appel et les aiguilles de tous les indicateurs reviennent sur la case « libre » ; la ligne est ainsi rendue libre à tous les postes.

Ce système de communications téléphoniques a déjà été établi, notamment aux chemins de fer du Sud de la France.

Outre les dispositifs décrits, il en existe un grand nombre d'autres basés soit sur le principe du télégraphe à cadran, soit sur l'emploi des courants électriques de différents sens et des armatures polarisées ; nous citerons par exemple le rappel Claude, la pendule américaine, etc., etc.

Enfin on emploie, quand on a une ligne directe téléphonique ou télégraphique au simple fil qu'on désire couper en un point intermédiaire pour la rendre omnibus, des *planchettes de coupure*. Ces appareils laissent toujours la faculté, à un moment donné, de rétablir la ligne directe en supprimant le poste intermédiaire par une simple manœuvre de commutateurs.

Appareils à sonnerie magnétique.

Lorsque les distances séparant deux postes sont assez grandes, le nombre d'éléments à employer pour la pile d'appel augmente très rapidement ; on se trouve donc en présence d'une difficulté assez sérieuse. On ne peut en effet songer à augmenter beaucoup le nombre des éléments, en raison de la grande place qu'ils nécessitent et, en outre, des frais d'installation et d'entretien assez élevés qu'ils comportent. On a donc eu l'idée d'utiliser les générateurs mécaniques d'électricité.

On emploie à cet effet des petits magnétos, dits magnétos d'appel. Ces magnétos fonctionnent au moyen d'une manivelle et engendrent un courant alternatif de très haute tension (50 volts à la vitesse ordinaire de rotation).

On emploie alors des sonneries spéciales polarisées fonctionnant par courant alternatif. Ce sont simplement des électro-aimants dont l'armature est polarisée et est mobile autour d'un axe situé entre les deux bobines ; cette armature porte une tige qui vient frapper alternativement sur les deux timbres. La figure 65 (1) montre la disposition d'un transmetteur Ader à sonnerie magnétique ; et la figure 66 (2) représente un magnéto d'appel destiné à être relié à un transmetteur Ader ordinaire.

Les magnétos d'appel font parfaitement tomber les annonciateurs des postes centraux, et dans ce cas, pour obtenir un appel acoustique, il suffit d'utiliser le dispositif de sonnerie continue dont nous avons parlé plus haut.

Dans certains cas, les postes à sonnerie magnétique ont à communiquer avec des postes centraux où l'appel est fait par des piles ; on ne peut donc pas à ce poste central, pour un seul poste à appel magnétique relié, établir un magnéto d'appel ; il existe donc des magnétos d'appel spéciaux permettant au poste où ils sont montés d'appeler par appel magnétique et d'être appelés par piles *(fig. 67)* (3).

Les appareils à sonnerie magnétique ont reçu une application très utile dans les chemins de fer : c'est le téléphone portatif *(fig. 68)* (4).

Il se compose d'un transmetteur Berthon, d'un récepteur Ader, d'une bobine d'induction, de trois éléments secs à l'agar agar pour le circuit microphonique, d'un magnéto d'appel avec commutateur pour mettre l'appareil sur sonnerie ou transmission ; ce

(1) A sonnerie magnéto-électrique. — B bobine d'induction. — C commutateur automatique. — D contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — E pôle relié à la masse du magnéto. — F second pôle du magnéto. — M' microphone. — R récepteurs. — T paratonnerre. — *l* bornes de ligne. — *t* borne de terre. — P bornes de la pile microphone.

(2) A magneto. — B contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — C pôle relié à la masse du magnéto. — D second pôle du magnéto.

(3) A contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — B contact se formant quand on tourne la manivelle. — C pôle relié à la masse du magnéto. — D second pôle du magnéto. — L fils de ligne.

(4) A sonnerie magnétique. — B bobine d'induction. — C commutateur. — D contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — E pôle relié à la masse du magnéto. — F second pôle du magnéto. — M microphone. — R récepteur. — P piles sèches. — L bornes de ligne. — *r* bornes du récepteur. — *m* bornes du microphone. — S plot de sonnerie. — N plot du microphone.

commutateur peut, soit être complètement indépendant, soit être porté par la poignée reliant le transmetteur Berthon et le récepteur Ader. Le tout est renfermé dans une boite en chêne et prend place dans le fourgon du chef de train. Il est complété par une longue canne en bambou, dite canne de prise de ligne, portant une borne qu'on relie à l'une des bornes de l'appareil et un crochet à la partie supérieure communiquant avec cette borne ; l'autre borne est reliée à la terre par l'intermédiaire d'un piquet métallique.

En cas d'accident, le chef de train descend du fourgon avec son téléphone portatif, relie les bornes comme il vient d'être dit et, avec sa canne de prise de ligne, vient saisir un des fils téléphoniques courant le long de la voie; puis il appelle au moyen du magnéto et parle en réclamant le secours nécessaire.

Cet appareil a encore été employé très fréquemment pour la construction des lignes de chemins de fer, notamment dans le cas du chemin de fer de Paris à Arpajon. Au fur et à mesure que les travaux avançaient, on avançait également l'appareil portatif et on restait en communication constante du chantier de construction avec la direction des travaux.

Actuellement, la ligne est terminée et les fils posés servent à l'intercommunication des gares.

Dans certains chemins de fer où les gares sont reliées téléphoniquement et où l'appel se fait par piles, on a modifié l'appareil ci-dessus en remplaçant le magnéto d'appel par une batterie de quatre éléments placée dans le fourgon.

PILES EMPLOYÉES EN TÉLÉPHONIE

Les piles employées en téléphonie sont les mêmes que celles employées dans les installations intérieures de sonneries domestiques. Pourtant on recherche plus de constance et une meilleure construction.

Il était nécessaire d'avoir un élément d'assez bonne qualité, de prix pas trop élevé et ne contenant pas de liquide corrosif, les installations téléphoniques se faisant généralement dans les intérieurs. La pile Leclanché remplit ces différentes conditions. Sa polarisation assez rapide n'est guère un inconvénient, le circuit restant rarement fermé plus de quelques minutes.

Comme types d'éléments Leclanché, nous citerons :

Les éléments ordinaires à vase poreux et à tête plomb *(fig. 69)*;

Les éléments ordinaires à vases poreux et à tête munie d'une pince cuivre ;

Les éléments Leclanché à plaques agglomérées, où le mélange de manganèse et charbon, au lieu d'être contenu dans un vase poreux, est comprimé sous forme de plaques, qui se fixe sur une lame de charbon par un bracelet en caoutchouc *(fig. 70)*;

Les éléments Leclanché à agglomérés cylindriques, où le mélange, au lieu d'être comprimé sous forme de plaque, est en forme de vase *(fig. 71)*;

Les éléments Goodwin à vase poreux charbon;

Les éléments secs à l'agar-agar, où tout le liquide est absorbé par une sorte de pâte gélatineuse obtenue par une herbe japonaise appelée agar-agar *(fig. 72 et 73)*.

Les éléments secs, d'ailleurs peu employés dans les débuts, à cause de leur mauvaise construction, prennent de jour en jour une plus grande importance depuis qu'on est arrivé à les rendre aussi sûrs que les éléments à liquides. Leur maniement est, d'ailleurs, beaucoup plus commode, et ils ont leur place tout indiquée dans tous les appareils portatifs. Parmi les meilleurs, nous citerons encore, outre les éléments à l'agar-agar dont nous avons parlé plus haut, la pile Bloc *(fig 74)*.

La pile Bloc est contenue entièrement dans une caisse en bois; l'agglomérant est de la cellulose extraite de la noix de coco. Cet élément, de forme commode, se prête admirablement aux différents montages qui peuvent être nécessaires.

Sa force électromotrice moyenne est de 1 volt 50 et sa résistance intérieure ne dépasse pas, dans certains types, 0 ohms, 1.

SONNERIES A RELAIS

Nous avons vu plus haut que, dans les tableaux de postes centraux, on pouvait disposer la sonnerie de manière à la faire fonctionner d'une manière soit intermittente, soit continue. Il peut être utile, dans les endroits où se trouvent installées des sonneries quelconques, d'avoir également une sonnerie continue. C'est le but que remplissent les sonneries à relais.

Il existe deux types bien différents de sonneries à relais : les sonneries à annonciateurs et les sonneries à lapins.

Sonneries à annonciateurs. — On en fait de différents modèles les unes, montées comme des sonneries cubiques ordinaires, por-

tent sur une de leurs faces des annonciateurs en nombre égal à celui des lignes aboutissant au poste *(fig. 75)*.

L'annonciateur en tombant forme un circuit local qui vient faire résonner la sonnerie.

Dans d'autres types tel que celui adopté par la Compagnie des chemins de fer du Nord ; la sonnerie a la forme d'une sonnerie ordinaire d'appartement ; un annonciateur placé sur la boîte ferme le circuit local en tombant *(fig. 76)*.

Sonneries à lapins. — Les lapins sont des sortes d'annonciateurs actionnés de même que les précédents par l'armature d'un électro-aimant. Le lapin est constitué par une lame triangulaire, qui, au passage du courant, vient faire saillie hors d'une ouverture longitudinale placée sur l'un des côtés de la boîte de la sonnerie.

Les figures 77 et 78 en montrent différentes dispositions :

APPAREILS MAGNÉTIQUES

Si on considère deux récepteurs A et B reliés par uu double fil de ligne, les vibrations de l'armature de A produites par la voix, modifient le champ magnétique de l'électro-aimant polarisé constituant le récepteur A *(fig. 79)*.

Par suite des phénomènes de l'induction, la variation de l'intensité d'aimantation détermine des courants induits dans l'enroulement des bobines ; ces courants se reproduisent au poste B par l'intermédiaire des fils de ligne et agissent sur l'armature de B. On obtient ainsi une transmission excellente, et on a constitué aux postes A et B deux appareils magnétiques. Malheureusement dès qu'on cherche à augmenter un peu la longueur de la ligne, la transmission ne se fait plus ou se fait mal. On a donc pu appliquer seulement ce procédé pour des lignes très courtes.

La plupart du temps, au lieu de monter à chaque poste un seul récepteur, on en monte deux ou trois accouplés en tension ; l'un d'eux sert alors pour la transmission et reçoit le nom de transmetteur magnétique ; l'autre ou les autres servent pour la réception.

Les appareils magnétiques les plus employés sont les appareils Aubry. Il s'en construit plusieurs modèles, selon les usages auxquels ils sont destinés.

L'appareil dit type des chemins de fer, employé sur la ligne de Grande-Ceinture, se compose d'un transmetteur magnétique, de deux récepteurs magnétiques, d'un magnéto d'appel et d'une sonnerie fonctionnant par appel magnétique. Dans la position d'appel,

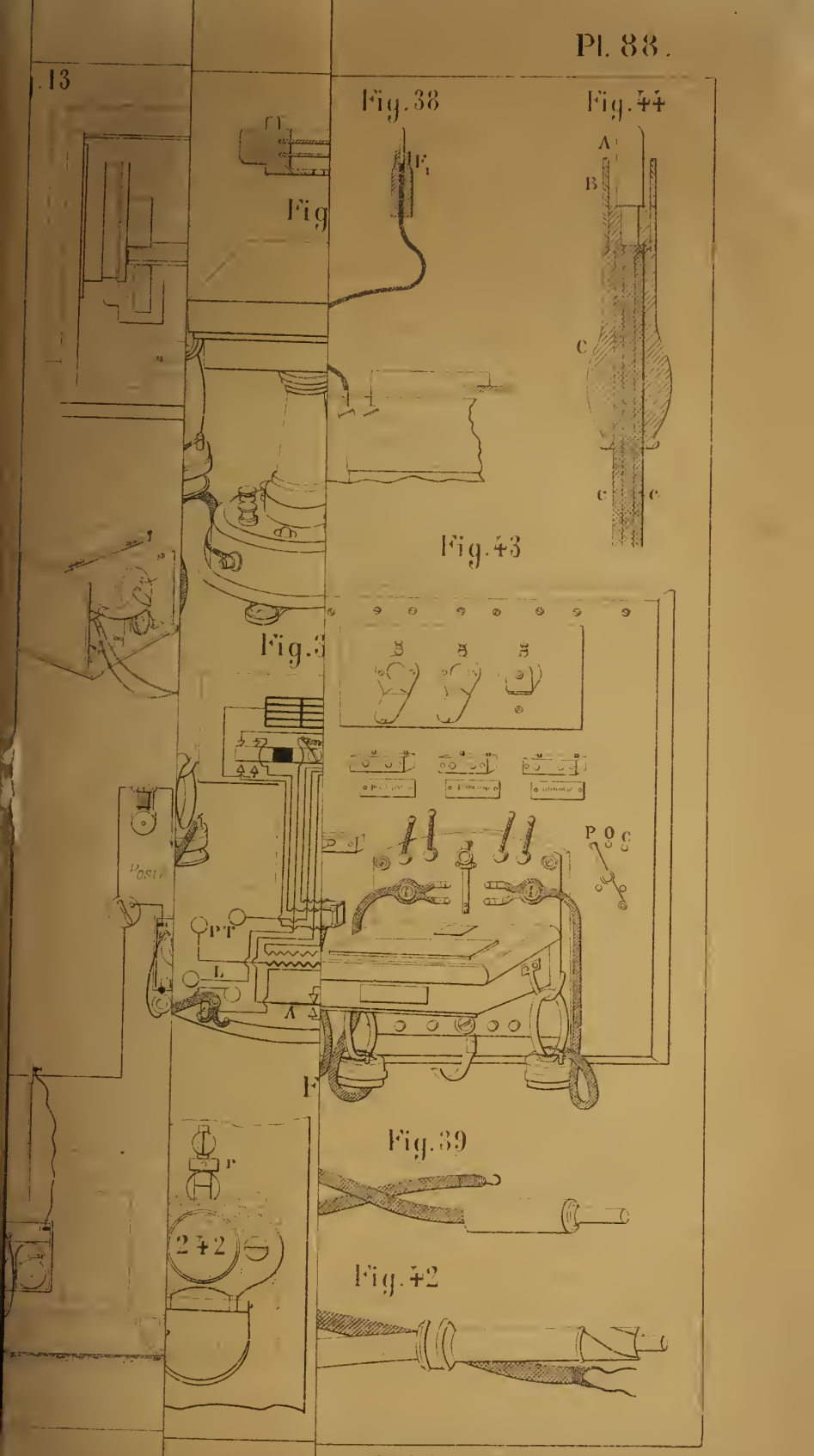
la sonnerie, le magnéto et les lignes sont montés en série, en sorte que si on vient à tourner la manivelle du magnéto, la sonnerie du poste appelant et celle du poste appelé retentissent toutes deux. On peut d'ailleurs, en appuyant sur un bouton à trois contacts, mettre la sonnerie hors circuit et augmenter ainsi l'intensité du courant traversant la ligne.

En décrochant les récepteurs, on actionne un commutateur automatique, qui coupe la sonnerie et met le transmetteur et les récepteurs en ligne.

D'autres types sont employés comme postes portatifs.

On se sert alors fréquemment du même appareil pour la transmission et la réception. Il suffit donc d'un récepteur avec deux bornes se reliant aux deux fils de ligne pour effectuer le service. L'appel se fait au moyen d'une corne d'appel dans laquelle on souffle en la plaçant devant l'appareil.

Ces appareils sont contenus soit dans des pochettes en cuir qu'on fixe au ceinturon, soit dans des boites en bois qu'on porte en bandoulière. Les pochettes contiennent un seul récepteur Aubry, avec cordon à deux conducteurs et fiche à deux bornes ; la boite en bois porte les deux bornes extérieurement ; deux récepteurs accouplés en tension y sont reliés par des cordons à deux conducteurs.



Auto Imp. L. Courtier, 42, rue de Dunkerque Paris

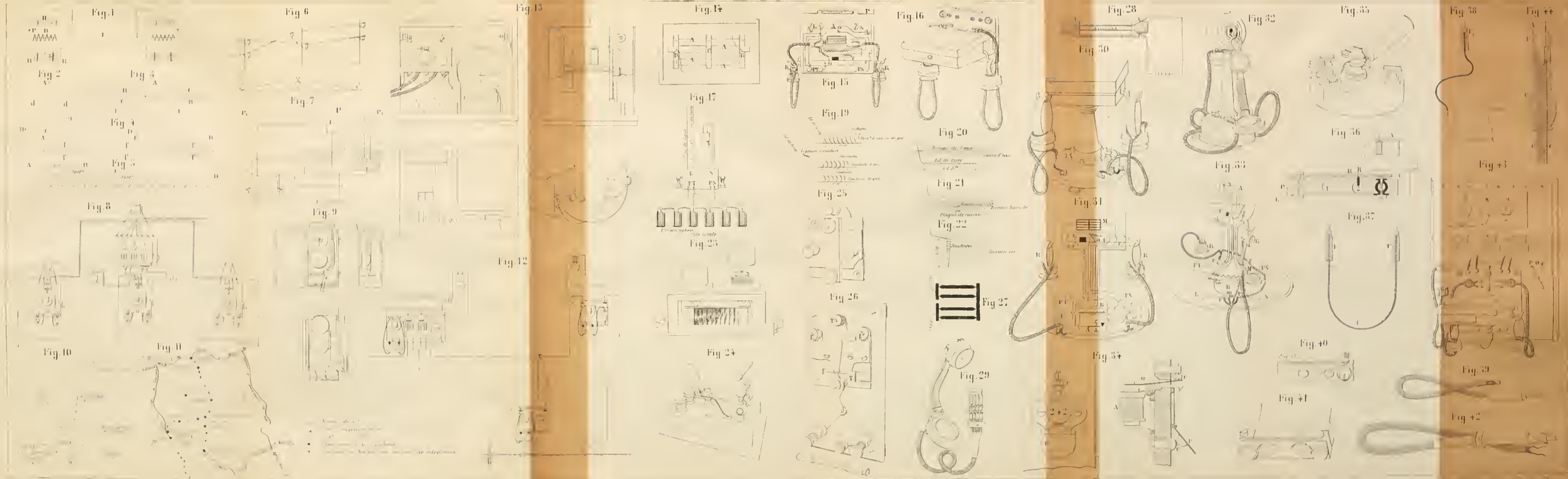
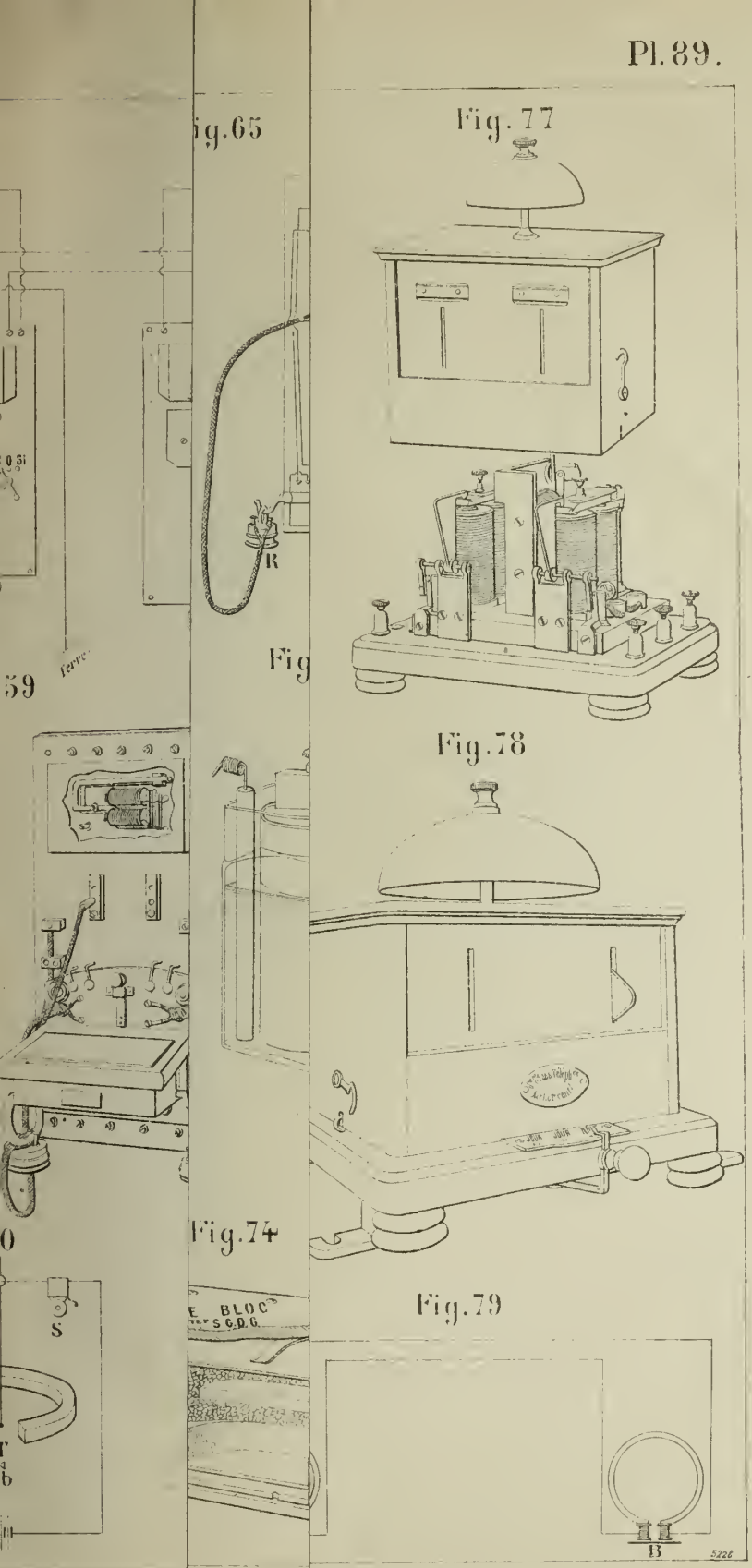


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28
Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque Paris.

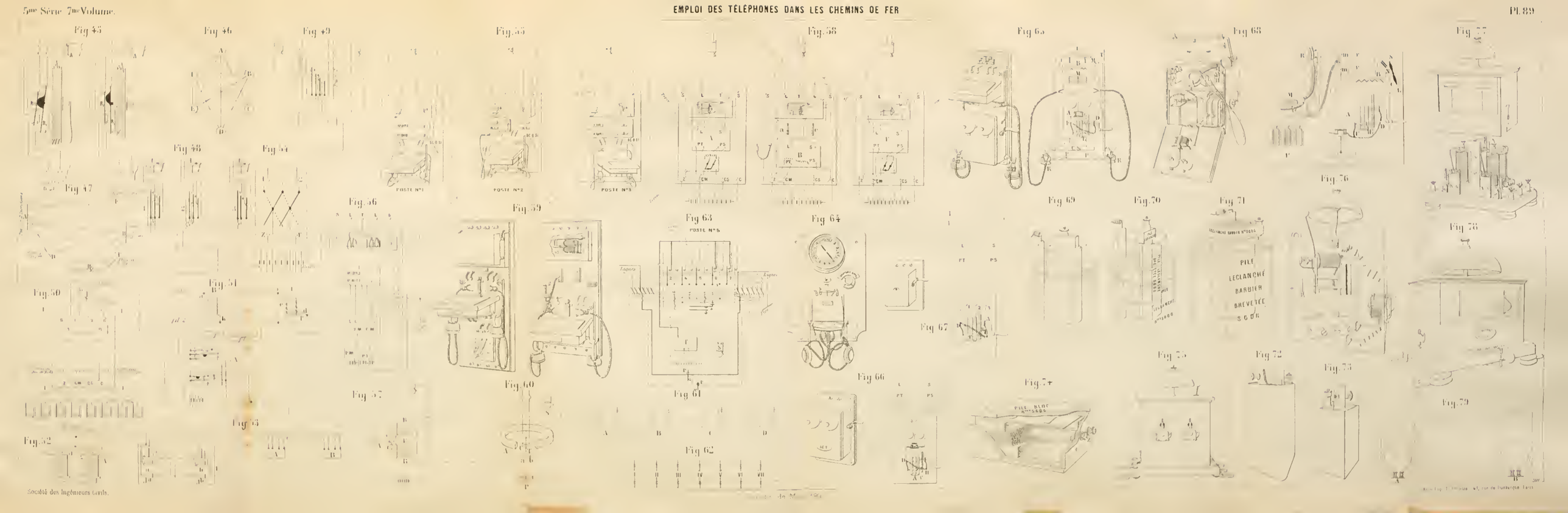


Fig 45
Fig 46
Fig 49
Fig 55
Fig 58
Fig 65
Fig 68
Fig 77
Fig 48
Fig 54
Fig 47
Fig 56
Fig 59
Fig 63
Fig 64
Fig 69
Fig 70
Fig 71
Fig 76
Fig 78
Fig 50
Fig 51
Fig 67
Fig 57
Fig 60
Fig 61
Fig 66
Fig 74
Fig 75
Fig 72
Fig 73
Fig 79
Fig 52
Fig 53
Fig 62
POSTE N°1
POSTE N°2
POSTE N°3
POSTE N°5
PILE
LECLANCHÉ
BARBIER
BREVETÉE
S G D G

Lithomount
Pamphlet
Binder
Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN 21, 1908

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112084832